



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

**ANALÝZA RIZIK PROVOZOVANÉ CNC FRÉZKY MCV
754Q**

RISK ANALYSIS OF OPERATED CNC MILLING MACHINE MCV 754Q

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Roman Pařkovič

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.

BRNO 2019

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Student: **Bc. Roman Pařkovič**
Studijní program: Strojní inženýrství
Studijní obor: Kvalita, spolehlivost a bezpečnost
Vedoucí práce: **doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.**
Akademický rok: 2018/19

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Analýza rizik provozované CNC frézky MCV 754Q

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Mezi významné aspekty zajišťování BOZP na pracovišti patří rovněž zajišťování bezpečnosti provozovaných strojních zařízení. Legislativní předpisy vztahující se k této problematice tvoří zejména Nařízení vlády č. 378/2001 Sb. a Zákon č. 262/2006 Sb. Diplomová práce bude zaměřena na identifikaci nebezpečí vytvářených provozovaným strojem, odhad rizik a návrh preventivních opatření pro ošetření těchto rizik.

Cíle diplomové práce:

Shrnutí současné legislativní požadavky EU a ČR.

Systémový rozbor problematiky, dostupných metod, návrh a zdůvodnění zvoleného způsobu řešení zadaného úkolu.

Analýza požadavků relevantních norem.

Analýza rizik u CNC frézky MCV 754Q provozované v laboratoři ÚVSSR.

Návrh opatření pro snížení nepříjemných rizik u identifikovaných nebezpečí.

Seznam doporučené literatury:

BLECHA, Petr. Bezpečnost provozovaných strojních zařízení. BOZPinfo: Oborový portál pro BOZP [online]. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2009, 24.08.2009 [cit. 2018-10-31]. ISSN 1801-0334. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/bezpecnost-provozovanych-strojnich-zarizeni>

MAREK, Jiří, et al. Konstrukce CNC obráběcích strojů III. 1. Praha: MM publishing, s.r.o., 2014. MM speciál. ISBN 978-80-260-6780-1.

Infozdroje.cz. Infozdroje.cz [online]. Praha: Albertina icome Praha s.r.o., 2018 [cit. 2018-10-16].

Dostupné z: www.infozdroje.cz

Infozdroje.cz. Infozdroje.cz [online]. Praha: Albertina icome Praha s.r.o., 2018 [cit. 2018-10-16].
Dostupné z: www.infozdroje.cz

MM Průmyslové spektrum. MM Průmyslové spektrum [online]. Praha: MM publishing, s. r. o., 2018 [cit. 2018-10-16]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com>

EUR-Lex: Přístup k právu Evropské unie [online]. Brusel: Úřad pro publikace, 2018 [cit. 2018-10-16].
Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu>

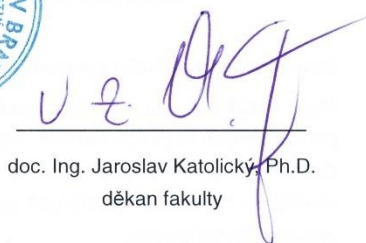
ČSN online [online]. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2018 [cit. 2018-10-16]. Dostupné z:
<http://csnonline.agentura-cas.cz>

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19.

V Brně, dne 9. 10. 2018



doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
ředitel ústavu



doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá problematikou bezpečnosti provozovaného CNC obráběcího centra. První část práce je zaměřena na legislativní požadavky Evropské unie a České republiky, systémový rozbor problematiky a používané metody. Druhá část práce je zaměřena na analýzu rizik vybraného strojního zařízení.

ABSTRACT

This Master's thesis deals with the safety of an operated CNC milling machine. The first part of the thesis is focused on the legislative requirements of the European Union and the Czech Republic, system analysis of the topic and used methods. The second part of the thesis is focused on the risk analysis of the chosen machinery.

KLÍČOVÁ SLOVA

CNC obráběcí centrum, legislativa České republiky, legislativa Evropské unie, harmonizovaná norma, bezpečnost, provozované strojní zařízení, Checklist analýza

KEYWORDS

CNC milling machine, legislation of the Czech Republic, legislation of the European Union, harmonize standards, safety, operated machinery, Checklist analysis

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

PAFKOVIČ, Roman. *Analýza rizik provozované CNC frézky MCV 754Q*. Brno, 2019. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/116194>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky. Vedoucí práce doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto panu doc. Ing. Petru Blechovi, Ph.D. za odborné vedení, konzultace, trpělivost a předané zkušenosti při vypracování této práce. Taktéž chci poděkovat své rodině za podporu a za vytvoření ideálních podmínek pro studium.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením pana doc. Ing. Petra Blechy, Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 22. 5. 2019

.....

Pafkovič Roman

OBSAH

1	ÚVOD	17
2	CNC OBRÁBĚCÍ CENTRA	19
2.1	Rozdělení	19
2.2	Výhody a nevýhody	20
3	LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY EVROPSKÉ UNIE	23
3.1	Evropská unie	23
3.2	Legislativa Evropské unie vztahující se k výrobním strojům	23
3.3	Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2009/104/ES	24
3.4	Směrnice Rady 89/391/EHS	25
3.5	Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/42/ES	26
3.5.1	Článek I – Oblast působnosti	26
3.5.2	Článek II – Pojmy	27
3.5.3	Článek IV – Dozor nad trhem	27
3.5.4	Článek VII – Předpoklad shody a harmonizované normy	28
3.5.5	Příloha VII	28
3.6	Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/35/EU	29
3.7	Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/30/EU	30
3.8	ES Prohlášení o shodě	30
4	LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY ČESKÉ REPUBLIKY	33
4.1	Zákon č. 262/2006 Sb.	33
4.1.1	Hlava I – Přecházení ohrožení života a zdraví při práci	33
4.1.2	Hlava II – Povinnosti zaměstnavatele, práva a povinnosti zaměstnance	34
4.1.3	Hlava III – Společná ustanovení	34
4.2	Zákon č. 309/2006 Sb.	35
4.3	Zákon č. 22/1997 Sb.	35
4.4	Nařízení vlády č. 378/2001 Sb.	36
4.4.1	§ 3 NV č. 378/2001 Sb.	36
4.4.2	§ 4 NV č. 378/2001 Sb.	37
4.5	Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.	37
4.6	Nařízení vlády č. 176/2008 Sb.	37
4.6.1	§ 4 NV č. 176/2008 Sb.	38
4.6.2	§ 7 NV č. 176/2008 Sb.	38
4.6.3	§ 8 NV č. 176/2008 Sb.	38
4.7	Nařízení vlády č. 117/2016 Sb.	39
4.8	Nařízení vlády č. 118/2016 Sb.	39
4.8.1	§ 6 NV č. 118/2016 Sb.	39
4.8.2	§ 10 NV č. 118/2016 Sb.	39
5	SYSTÉMOVÝ ROZBOR PROBLEMATIKY	41
5.1	Riziko	41
5.2	Analýza rizik	41
5.3	Definice pojmů souvisejících s analýzou rizik	42
5.4	Životní cyklus výrobku	43

5.5	Technické normy	44
6	METODY ANALÝZY RIZIK	47
6.1	What-if Analysis	47
6.2	Preliminary Hazard Analysis	48
6.3	Relative Ranking	49
6.4	Checklist Analysis	49
6.5	Safety review	50
6.6	Fault Tree Analysis	50
6.6.1	Kvalitativní řešení	52
6.6.2	Kvantitativní řešení	53
6.7	Failure Mode and Effect Analysis	54
6.7.1	Přípravná část	54
6.7.2	Vlastní FMEA	55
6.7.3	Vyhodnocení analýzy	55
6.8	Hazard and Operability Analysis	55
6.9	Event Tree Analysis	57
7	ANALÝZA RIZIK VÝROBNÍHO STROJE	59
7.1	Specifikace strojního zařízení	60
7.2	Hlavní technické parametry	61
7.3	Analýza požadavků relevantních norem	62
7.3.1	ČSN EN 12417+A2:2009	63
7.3.2	ČSN EN ISO 16090-1:2019	63
7.3.3	Seznam významných nebezpečí	65
7.4	Checklist Analysis pro MCV 754 Quick	66
7.5	Zjištěná rizika a návrh opatření	75
7.6	Formulář pro odhad rizika	77
7.7	Ekonomická rozvaha pro navrhovaná řešení	80
7.7.1	Položka č. 4 – Polykarbonátové sklo	80
7.7.2	Položka č. 9 – Elektromagnetické zámky	81
7.7.3	Položka č. 23 – Specifické požadavky plynoucí ze zanedbání ergonomických nebezpečí	82
8	ZÁVĚR	85
9	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	87
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN	91
11	SEZNAM OBRÁZKŮ	93
12	SEZNAM TABULEK	95

1 ÚVOD

Strojní zařízení jsou nedílnou součástí všech strojírenských podniků. Vzhledem k rozsáhlým možnostem obrábění existuje mnoho způsobů pro splnění požadovaného cíle. Postupem času se vývoj dostal až k CNC obráběcím strojům, které jsou schopny velmi efektivně řešit zadanou úlohu.

Problematika strojních zařízení však není jednoduchá, zvláště pokud se jedná o počítačově řízené stroje. Při práci s nimi je klíčové zajistit bezpečnost na pracovišti. Je potřeba dodržet legislativní předpisy jak České republiky, tak Evropské unie.

Pro samotnou analýzu rizik je potřeba plně identifikovat rizika, která plynou z používání stroje. Jelikož riziko nemůže být zcela odstraněno, je zapotřebí jej minimalizovat na co nejnížší možnou úroveň. Vzhledem ke komplexnosti celé problematiky se doporučuje pracovat v týmu, nicméně tato diplomová práce je vzhledem ke svému akademickému prostředí vypracována samostatně.

Zabývá se CNC frézku MCV 754 QUICK, která je pro své funkce řazena do kategorie CNC obráběcích center. Pro splnění zadaných cílů je potřeba zpracovat nejprve legislativní požadavky Evropské unie a České republiky, provést systémový rozbor problematiky, vypracovat popis dostupných metod a zanalyzovat požadavky relevantních norem. Poté je potřeba provést identifikaci nebezpečí, která jsou vytvářena zmíněným strojem, odhadnout rizika a navrhnout opatření pro snížení nepřijatelných rizik.

2 CNC OBRÁBĚCÍ CENTRA

CNC stroje jsou dnes hojně používané ve výrobních strojírenských podnicích. Stejně jako všechna ostatní výrobní zařízení ale musely projít určitým vývojem. Prvním obráběcím centrem vůbec bylo v roce 1960 strojní zařízení od firmy Kearney & Trecker. V 70. letech minulého století pak firma Herbert uvedla na trh první soustružnické centrum s rotačními nástroji pro frézování a vrtání. NC systémy byly doplněny pamětí a umožňovaly editaci programů. Postupným vývojem se tyto stroje dostaly až do podoby, jakou známe dnes [1].

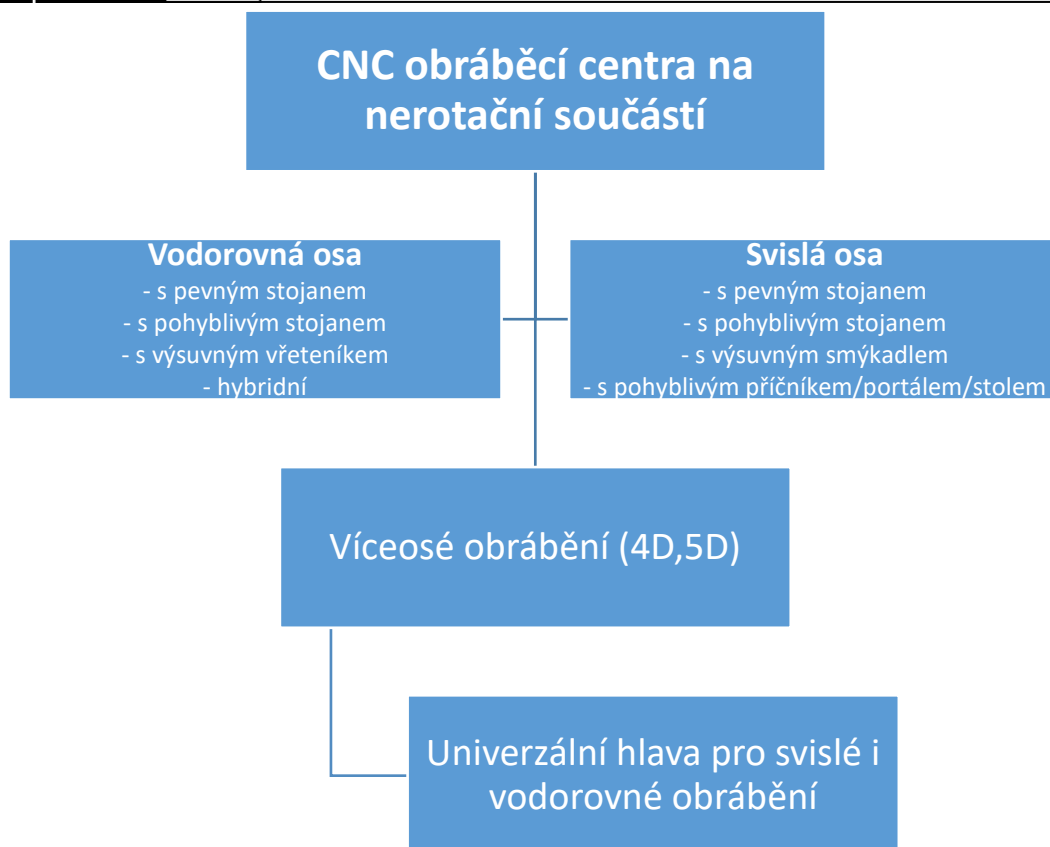
Díky rozšířenosti těchto zařízení je již všeobecně známo, že zkratka CNC pochází z anglického Computer Numerical Control. Do češtiny je tento termín překládán jako počítačem řízený (obráběcí stroj). Technologie je založena na praktickém použití předem připraveného programu, který vede nástroj při obrábění. V poslední době učinil vývoj CNC strojů velký krok vpřed. Jsou využívány jak v kusové, tak v malosériové nebo velkosériové výrobě.

2.1 Rozdělení

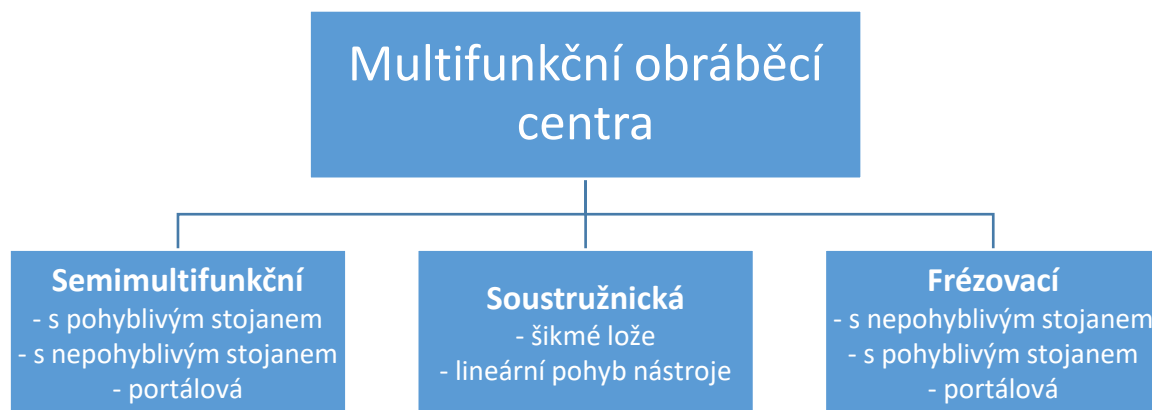
CNC obráběcí centra jsou víceúčelové stroje schopny několika druhů operací. Těch je samozřejmě celá řada, proto je i druhů CNC obráběcích center několik. V literatuře lze nalézt vícero různých dělení, nicméně vzhledem k uvedené doporučené literatuře bude pro tuto práci znázorněno rozdělení podle [2].



Obr. 1) Rozdělení soustružnických strojů a obráběcích center [2]



Obr. 2) Rozdělení CNC obráběcích center na nerotační součásti [2]



Obr. 3) Rozdělení multifunkčních obráběcích center [2]

2.2 Výhody a nevýhody

CNC obráběcí centra představují vrcholnou podobu CNC strojů. Nejedná se však o dokonalé stroje. Před jejich případným pořízením je nutno uvážit více skutečností, které bude výroba obnášet.

Výhody CNC obráběcích center:

- Vysoká produktivita;
- Vysoká kvalita obrábění;
- Vysoká bezpečnost;

- Zjednodušení plánování výroby;
- Vysoká přesnost;
- Úspora nákladů;
- Snížení mezikroků ve výrobním procesu.

Nevýhody CNC obráběcích center:

- Vysoké pořizovací náklady;
- Potřeba kvalifikovaných pracovníků;
- Potřeba kvalitního a drahého nářadí;
- Drahé opravy;
- Často zabírají velké rozměry;
- Vysoké energetické náklady.

Stavba stroje není jednoduchá, stejně jako tvorba bezchybného programu. V praxi se často stává, že není naplněno plného potenciálu obráběcího centra. Proto se doporučuje případným zájemcům o koupi stroje dostatečně zvážit, zda jsou schopni splnit všechny požadavky, které práce s ním vyžaduje.

Při správném uchopení celé problematiky však může být na těchto strojích postavena celá výroba. V tomto případě je nutné neustále sledovat stav strojů. S tím je spojena analýza rizik. Tato rozsáhlá oblast vyžaduje přesný a metodický postup řešení. Z toho důvodu je nutné prostudovat oblasti, které jsou zmíněny v úvodu, a které jsou blíže popsány v následujících kapitolách.

3 LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY EVROPSKÉ UNIE

Snahou Evropské unie je vytvářet soubor dokumentů, jehož konečným cílem je dosažení celkové bezpečnosti výrobků na jejím území. Vytvořila k tomu několik mechanismů, jak tohoto cíle dosáhnout. Je nutné, aby se požadavky přizpůsobovaly aktuálnímu dění, proto je možno nalézt mnoho směrnic, které se navzájem mohou doplňovat. Celá problematika je značně rozsáhlá, celkový podrobný popis přesahuje rámec této diplomové práce, proto bude řešena pouze požadovaná část problematiky.

Je nezbytné, aby měli vedoucí pracovníci, kteří mají na starost bezpečnost výrobku, přehled o aktuálních nařízeních. Je zároveň přínosné, aby alespoň rámcově znali celkovou strukturu a principy fungování Evropské unie.

3.1 Evropská unie

Evropská unie (EU) byla založena, aby zlepšila spolupráci mezi evropskými zeměmi. V návaznosti na utrpení související s druhou světovou válkou bylo v poválečných letech zvažováno přijetí mezinárodní smlouvy, která by byla jednou z možných řešení ekonomického, ale také bezpečnostního stavu.

Za předchůdce dnešní podoby EU je považováno Evropské společenství uhlí a oceli, které vzniklo na základě Pařížské instituční smlouvy, jež byla podepsána v dubnu 1951. Zakládajících států bylo šest: Itálie, Francie, Lucembursko, Německo, Belgie a Nizozemsko.

Dalším důležitým bodem v historii bylo podepsání Římské smlouvy v roce 1957, kterou bylo založeno Evropské hospodářské společenství (EHS). Toto společenství bylo velkým přínosem pro stvoření společného trhu všech členských zemí. Přes desítky let trvalo, než se různá seskupení zformovala do podoby, jakou ji známe dnes.

Sloučením tří Společenství na základě podpisu Maastrichtské smlouvy z roku 1992 byl zaveden společný název Evropská unie. V současné době tvoří EU 28 členských států (včetně Spojeného království, které se v roce 2019 chystá vystoupit). To z ní dělá unii o celkovém počtu 510,3 milionů obyvatel, a tím tedy největší evropské uskupení v historii [3].

3.2 Legislativa Evropské unie vztahující se k výrobním strojům

Společně s volností, kterou společný trh nabízí, existují také nutné regulace, směrnice a nařízení, které trh usměrňují a zajišťují tím bezpečnost jakýchkoliv produktů vyrobených na území EU. Jednotný vnitřní trh 28 zemí takových regulací potřebuje mnoho, a tak je jejich vývoj prakticky nekonečnou záležitostí. Jedním z jejich výsledků je tzv. volný pohyb zboží, který je Evropskou unií garantovaný jako jedna ze základních svobod. Dalšími jsou svoboda pohybu osob, kapitálu a služeb. S ohledem na téma této práce však bude pracováno pouze s volným pohybem zboží.

Evropská unie vydává tyto druhy právních předpisů [2]:

- Nařízení;
 - právně závazné;
 - platí v celém rozsahu v celé EU;
- Směrnice;
 - právní akt;

- stanovuje cíl, který musí všechny země EU splnit;
- každá země má právo rozhodnout, jakým způsobem tak učiní;
- Rozhodnutí;
 - závazné pro toho, komu je určeno (např. konkrétní společnosti);
- Doporučení;
 - není závazné;
 - orgány EU jím pouze navrhuji určité kroky;
- Stanovisko;
 - právní akt;
 - orgán EU se jeho prostřednictvím pouze nezávazně vyjadřuje k dané problematice.

Výrobky na trhu Evropské unie se rozdělují do dvou oblastí:

- Harmonizovaná oblast;

Oblast, která je též nazývána regulovaná či stanovená. Nařizuje výrobci, osobu jím pověřenou, popř. akreditované zkušební laboratoře, provést proces prokázání shody s technickými požadavky. Posouzení shody je tedy nutnou podmínkou k tomu, aby byl produkt uveden na trh. V celé Evropské unii je pro všechny členské země stejná.
- Neharmonizovaná oblast.

Neregulovaná oblast stojí v kontrastu k oblasti harmonizované, tzn. platí pro ni takové požadavky, které nejsou nutností v souvislosti s posuzováním shody. Tento proces pro ně není povinný, je však možný. V jednotlivých zemích se může lišit. Výrobky však musí splňovat požadavky směrnice vztahující se na obecnou bezpečnost [4].

3.3 Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2009/104/ES

Celý název směrnice je Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2009/104/ES o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví pro používání pracovního zařízení zaměstnanci při práci (druhá samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS). Vstoupila v platnost 16. 9. 2009. Do českého právního systému byla zavedena jako Nařízení vlády č. 378/2001 Sb.

K jejímu vytvoření vedly, mimo jiné, tyto důvody [5]:

- Směrnice Rady 89/655/EHS byla několikrát podstatně změněna, bylo potřeba ji kodifikovat, aby se docílilo zvýšené přehlednosti a srozumitelnosti;
- Zamýšlené zlepšení hygieny a ochrany zdraví zaměstnanců při práci, bez ohledu na úvahy ekonomické povahy;
- Bylo potřeba vytvořit konkrétní příspěvek k vytvoření sociálního rozměru vnitřního trhu;
- Bylo potřeba sestavit vhodný prostředek k dosažení vytyčených cílů a přitom nepřekračovat to, co je k jejich dosažení nezbytné.

Tato směrnice obsahuje 3 kapitoly:

- Kapitola I – Obecná ustanovení;
- Kapitola II – Povinnosti zaměstnavatele;
- Kapitola III – Různá ustanovení.

Následují 4 přílohy.

Ve směrnici je možno nalézt několik článků, které se týkají povinností zaměstnavatele vůči zaměstnancům. Je zde uvedena např. jeho povinnost informovat zaměstnance o možných nebezpečích. Informace mají být pro dotyčné zaměstnance srozumitelné a jasné. Zaměstnanci mají také projít nezbytným školením, včetně školení o rizicích, které používání pracovního zařízení zahrnuje. Dle směrnice musí zaměstnavatel plně zohledňovat pracovní postoj a polohu zaměstnanců při používání pracovního zařízení a ergonomické zásady.

V Příloze 1 jsou uvedeny obecné minimální požadavky použitelné na pracovní zařízení. Ty musí nést varování a označení nepostradatelná pro zajištění bezpečnosti zaměstnanců. Musí jej být možné spustit pouze záměrným úkonem, musí být vybaveno ovladačem pro úplné a bezpečné zastavení, a také mít jasně viditelné a rozpoznatelné ovládací systémy, které mají vliv na bezpečnost [5].

3.4 Směrnice Rady 89/391/EHS

Směrnice Rady 89/391/EHS o zavádění opatření pro zlepšení bezpečnosti ochrany zdraví zaměstnanců při práci vstoupila v platnost 29. 6. 1989. Zkratkou EHS se rozumí Evropské hospodářské společenství, viz výše. Byla změněna Směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2007/30/ES, Nařízením Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1137/2008 a Nařízením Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1882/2003.

V českém právním systému je zavedena jako Zákon č. 262/2006 Sb., tedy jako Zákoník práce, dále jako Zákon č. 309/2006 Sb., Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. a Nařízení vlády č. 592/2006 Sb.

Směrnice Rady 89/391/EHS udává opatření, které musí zaměstnavatelé provést a dodržovat. Jejím primárním cílem je zlepšení ochrany zdraví zaměstnanců vykonávajících svou profesi, neboť jak známo, při nedodržení bezpečnostních opatření lze snadno přijít k újmě na zdraví. Zároveň obsahuje i vypsání povinností zaměstnanců, kteří jsou povinni dbát na bezpečnost svou i bezpečnost okolí [6].

Vybrané ustanovení týkající se zaměstnavatelů [7]:

- Musí jmenovat zaměstnance odpovědného za prevenci rizik na daném pracovišti;
- Je povinen zhodnotit rizika, kterým zaměstnanci mohou čelit;
- Musí zajistit přijetí nezbytných ochranných opatření;
- Je povinen přijmout opatření týkající se první pomoci;
- Musí zajistit opatření pro hodnocení a prevenci rizik;
- Musí zavést komplexní systém prevence rizik.

Je rozdělena na 5 oddílů:

- Oddíl I – Obecná ustanovení;
- Oddíl II – Povinnosti zaměstnavatelů;
- Oddíl III – Povinnosti zaměstnanců;
- Oddíl IV – Různá ustanovení.

3.5 Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/42/ES

Směrnicí pro bezpečnost strojních zařízení je Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/42/ES ze dne 17. května 2006 o strojních zařízeních a o změně směrnice 95/16/ES. V ČR je tato směrnice zavedena jako Nařízení vlády č.176/2008 Sb. o technických požadavcích na strojní zařízení.

Od 29. 12. 2009 plně nahrazuje směrnicí 98/37/ES. Zkratkou ES se rozumí Evropské společenství.

Pro nahrazení bylo rozhodnuto z několika důvodů, např. [8]:

- Bylo vhodné vytvořit právní rámec, ve kterém může dozor nad trhem plynule probíhat;
- Označení CE mělo být plně uznáno jako jediné označení, zaručující splnění požadavků strojních zařízení ve vztahu k této směrnici. Všechna ostatní označení, která by mohla uvést třetí osoby v omyl měla být zakázána;
- Členské státy měly stanovit sankce za porušení této směrnice. Sankce měly být účinné, přiměřené a odrazující;
- Pokud strojní zařízení může používat i spotřebitel, který není kvalifikovanou obsluhou, měl by to výrobce vzít do úvahy v návrhu a konstrukci;
- Na obchodních veletrzích, výstavách apod. mělo být možné vystavovat taková strojní zařízení, které nesplňují požadavky této směrnice. Strany, kterých by se tato skutečnost týkala, měly být informovány o tom, že strojní zařízení není v souladu s touto směrnicí a jako taková nemohou být odkoupena.

Tato směrnice se zabývá základními požadavky na ochranu zdraví a na bezpečnost. Ty jsou doplněny zvláštními požadavky pro určité kategorie strojních zařízení. Členským státům je uložena odpovědnost za zajištění vynucování této směrnice na svém území. Dále také státy nesou odpovědnost za co největší možné zvyšování bezpečnosti daného strojního zařízení. Jeho uvedení do provozu se může vztahovat pouze k určenému účelu nebo k účelu, který lze důvodně předvídat. Zároveň to však nevylučuje stanovení jiných podmínek pro použití, pokud tím nedojde ke změně, kterou tato směrnice nespecifikuje.

Definuje pouze obecné základní požadavky na ochranu zdraví a na bezpečnost. Ty jsou doplněny řadou zvláštních požadavků pro určité kategorie strojních zařízení. Směrnice uvádí, že z důvodu usnadnění prokazování se základními požadavky je žádoucí mít na evropské úrovni harmonizované normy. Ty se mají týkat prevence rizik plynoucích z návrhu a konstrukce strojních zařízení. Normy by měly být nezávazné a vypracovány soukromoprávními subjekty [8].

3.5.1 Článek I – Oblast působnosti

Tato směrnice se vztahuje na tyto konkrétní výrobky [8]:

- strojní zařízení;
- vyměnitelná přídatná zařízení;
- bezpečnostní součásti;
- příslušenství pro zdvihání;
- řetězy, lana a popruhy;
- snímatelná mechanická převodová zařízení;
- neúplná strojní zařízení.

Směrnice se nevztahuje na [8]:

- bezpečnostní součásti, které mají být použity jako náhradní součásti k nahrazení totožných součástí a které jsou dodány výrobcem původního strojního zařízení;
- zvláštní zařízení určená k používání na výstavištích nebo v zábavních parcích;
- strojní zařízení zvláště navrhovaná, popř. uváděná do provozu pro jaderné účely;
- zbraně, včetně střelných zbraní;
- dopravní prostředky jako jsou:
 - motorová vozidla určená pouze pro sportovní soutěže;
 - dopravní prostředky určené k letecké nebo vodní přepravě;
 - zemědělské a lesnické traktory, pokud jde o rizika, na něž se vztahuje směrnice 2003/37/ES;
- námořní plavidla a mobilní pobřežní jednotky;
- důlní těžební zařízení;
- několik dalších zařízení, které jsou ve směrnici blíže popsány.

3.5.2 Článek II – Pojmy

Směrnice uvádí několik základních pojmů, např. [8]:

- **Strojním zařízením** se rozumí takový soubor, který je vybaven nebo má být vybaven poháněcím systémem, jenž nepoužívá přímo vynaloženou lidskou, popř. zvířecí sílu. Je sestaven z částí nebo součástí, z nichž alespoň jedna je pohyblivá, vzájemně spojených za účelem přesně stanoveného použití;
- **Vyměnitelné přídavné zařízení** je takové zařízení, které je po uvedení do provozu připojeno ke strojnímu zařízení samotnou obsluhou za účelem pozměnění jeho funkce nebo přidání nové funkce, přičemž toto zařízení není nástrojem;
- **Bezpečnostní součástí** je taková součást, která plní bezpečnostní funkci, uvádí se na trh samostatně a jejíž selhání ohrožuje bezpečnost osob;
- **Neúplným strojním zařízením** je myšlen soubor, který je téměř strojním zařízením, nicméně nemůže plnit určitou funkci. Je určen pouze k zabudování do jiného strojního zařízení, čímž se vytvoří strojní zařízení, na něž se vztahuje tato směrnice. Neúplným strojním zařízením je např. poháněcí systém;
- **Harmonizovanou normou** je nezávazná technická specifikace, přijatá normalizačním orgánem na základě pověření Komise v souladu s postupy stanovenými ve směrnici Evropského parlamentu a Rady 98/34/ES ze dne 22. června 1998 o postupu při poskytování informací v oblasti norem a technických předpisů a předpisů pro služby informační společnosti.

3.5.3 Článek IV – Dozor nad trhem

V článku 4 – Dozor nad trhem uvádí směrnice 4 body, které se týkají členských států [8]:

- Členské státy přijmou všechna nezbytná opatření pro zajištění toho, aby mohlo být strojní zařízení uvedeno na trh nebo do provozu v případě, že splňuje příslušná ustanovení. Dále také v případě, že strojní zařízení nijak neohrožuje zdraví a bezpečnost osob, domácích zvířat nebo majetku. Musí být správně instalováno a udržováno;
- Členské státy přijmou všechna nezbytná opatření pro zajištění toho, aby neúplné strojní zařízení mohlo být uvedeno na trh, pouze v případě splnění příslušného ustanovení;

- Členské státy mají ustanovit nebo jmenovat příslušné orgány ke sledování shody strojního zařízení nebo neúplného strojního zařízení;
- Členské státy mají vymezit úkoly, organizaci a pravomoci příslušných orgánů a oznámit Komisi a ostatním členským státům tyto údaje, popř. jejich změny.

3.5.4 Článek VII – Předpoklad shody a harmonizované normy

Pro již zmíněnou harmonizovanou oblast platí nutnost předpokladu shody. Směrnice udává jednotlivé požadavky vztahující se k této oblasti [8]:

- Členské státy pokládají strojní zařízení opatřená označením CE a ES (Evropské společenství, viz výše) prohlášením o shodě;
- Strojní zařízení vyrobené v souladu s harmonizovanou normou, na níž byl odkaz zveřejněn v Úředním věstníku Evropské unie, se považuje za splňující základní požadavky na ochranu zdraví a bezpečnost podle takové harmonizované normy;
- Komise zveřejní v Úředním věstníku Evropské unie odkazy na příslušné harmonizované normy;
- Členské státy přijmou vhodná opatření, která umožní sociálním partnerům ovlivňovat na vnitrostátní úrovni proces přípravy a sledování harmonizovaných norem.

3.5.5 Příloha VII

V příloze VII lze najít základní požadavky na technickou dokumentaci jak strojního, tak neúplného strojního zařízení. Jelikož je CNC frézka MCV 754 Quick považována za strojní zařízení, budou zde vypsány pouze požadavky týkající se pouze této oblasti. Technická dokumentace musí plně prokázat splnění požadavků této směrnice ze strany strojních zařízení. Musí zahrnovat návrh, výrobu a také funkci strojního zařízení v rozsahu nezbytném pro posouzení. Zároveň musí být vydána v jednom či více úředních jazycích Společenství. Výjimku pak tvoří návod k používání, na který se vztahuje zvláštní ustanovení přílohy I oddílu 1.7.4.1.

Technická dokumentace zahrnuje [8]:

- celkový popis strojního zařízení;
- celkový výkres strojního zařízení a schémata ovládacích obvodů a příslušné popisy a vysvětlivky nezbytné pro pochopení provozu strojního zařízení;
- podrobné výkresy, případně doplněné výpočty, výsledky zkoušek, certifikáty apod., které jsou nezbytné pro kontrolu shody strojního zařízení se základními požadavky na ochranu zdraví a bezpečnost;
- dokumentaci o posouzení rizika s uvedením postupu;
- použité normy a ostatní technické specifikace, s uvedením základních požadavků na ochranu zdraví a bezpečnost, které jsou v těchto normách zahrnuty;
- veškeré technické zprávy s výsledky zkoušek, které provedl výrobce nebo subjekt vybraný výrobcem nebo jeho zplnomocněným zástupcem;
- výtisk návodu k používání strojního zařízení;
- případné prohlášení o zabudování pro začleněné neúplné strojní zařízení a příslušný návod k montáži tohoto zařízení;
- případné kopie ES prohlášení o shodě strojního zařízení nebo jiných výrobků zabudovaných do strojního zařízení;
- kopie ES prohlášení o shodě.

3.6 Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/35/EU

Další normou související se strojními zařízeními je Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/35/EU ze dne 26. února 2014 o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se dodávání elektrických zařízení určených pro používání v určitých mezích napětí na trh. Tato směrnice, nahrazující Směrnicí 2006/95/ES, nabyla v účinnost 18. dubna 2014.

Vztahuje se na elektrická zařízení určená pro používání v určitých mezních napětích. Jsou to zařízení buď nová na trhu Unie při svém uvedení na trh, nebo také nová či použitá, která jsou dovezená ze zemí mimo EU. Tím pádem popisuje i formu prodeje na dálku. Směrnice vybízí členské státy k tomu, aby podněcovaly hospodářské subjekty k uvádění, vedle poštovních adres, také adresu webových stránek. Dle směrnice to má usnadňovat komunikaci mezi hospodářskými subjekty.

Směrnice uvádí několik pojmů, se kterými pracuje, např. [9]:

- **posuzování shody** – rozumí se postup k prokázání, zda byly splněny bezpečnostní zásady uvedené v článku 3 a stanovené v příloze I týkající se elektrického zařízení;
- **označení CE** – takové označení, kterým výrobce vyjadřuje, že elektrické zařízení je ve shodě s příslušnými požadavky stanovenými v harmonizačních právních předpisech Unie, které upravují;
- **harmonizační právní předpisy Unie** – jedná se o veškeré právní předpisy Unie harmonizující podmínky uvádění výrobků na trh;
- **distributor** – fyzická nebo právnická osoba v dodavatelském řetězci, jiná než výrobce nebo dovozce, která dodává elektrické zařízení na trh;
- **dovozce** – fyzická nebo právnická osoba usazená v Unii, která uvádí na trh Unie elektrické zařízení ze třetí země.

Směrnice je rozčleněna na tyto kapitoly:

- Kapitola 1: Obecná ustanovení;
- Kapitola 2: Povinnosti hospodářských subjektů;
- Kapitola 3: Shoda elektrického zařízení;
- Kapitola 4: Dozor nad trhem Unie, kontrola elektrických zařízení vstupujících na trh Unie a ochranný postup Unie;
- Kapitola 5: Projednávání ve výboru, přechodná a závěrečná ustanovení.

Směrnice obsahuje 6 příloh. Bylo vybráno několik článků, které budou uvedeny. Pro odbornou práci se směrnicí je však potřeba ji kompletně prostudovat.

Článek 4 – Volný pohyb. Členské státy dle tohoto článku nemohou bránit v dodávání na trh elektrickým zařízením, která jsou v souladu s touto směrnicí.

Článek 12 - Předpoklad shody na základě harmonizovaných norem. Elektrická zařízení, které jsou s těmito normy ve shodě, jsou ve shodě s bezpečnostními zásadami uvedenými v Článku 3 a stanovenými v Příloze I.

Článek 13 – Předpoklad shody na základě mezinárodních norem. Je zde uvedeno nařízení, které stanovuje členským státům povinnost přijmout vhodná opatření, pokud nebyly vypracovány harmonizované normy uvedené v Článku 12.

Článek 15 – EU prohlášení o shodě. Je zde pojednáno o prohlášení o shodě, které má být přeloženo do jazyka požadovaného členským státem, v němž se elektrické zařízení uvádí nebo dodává na trh. Dále je zde uveden odkaz na vzor prohlášení, který se nachází v Příloze IV.

Článek 17 – Pravidla a podmínky umístování označení CE. Je zde uvedeno nařízení označit elektrické zařízení značkou CE na viditelné místo, popř. na jeho výrobní štítek. Pokud to není možné, tak se označení umístí na obal a průvodní dokumenty. Toto označení je nutno umístit před uvedením elektrického zařízení na trh [9].

3.7 Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/30/EU

Dne 18. 4. 2014 vstoupila v platnost Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/30/EU o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se elektromagnetické kompatibility. Účinnosti pak nabyla o dva později.

Tato směrnice nahradila Směrnicí 2004/108/ES o sbližování právních předpisů členských států týkajících se elektromagnetické kompatibility a o zrušení směrnice 89/336/EHS.

V právním systému České republiky je zavedena jako Nařízení vlády č.118/2016 Sb. o posuzování shody elektrických zařízení určených pro používání v určitých mezích napětí při jejich dodávání na trh.

Směrnice nejprve uvádí 6 důvodů, proč došlo k jejímu sepsání.

Dále obsahuje 6 kapitol:

- Kapitola 1 – Obecná ustanovení;
- Kapitola 2 – Povinnosti hospodářských subjektů;
- Kapitola 3 – Shoda zařízení;
- Kapitola 4 – Oznamování subjektů posuzování shody;
- Kapitola 5 – Dozor nad trhem Unie, kontrola přístrojů, které vstupují na trh Unie a ochranný postup Unie;
- Kapitola 6 – Postup projednávání ve výboru, přechodná a závěrečná ustanovení.

Následuje 6 příloh, které doplňují problematiku uvedenou v některých z kapitol. [10]

3.8 ES Prohlášení o shodě

Pro výrobky spadající do harmonizované oblasti platí požadavky plynoucí z předpisů. Ty musí být naplněny před vstupem na trh. Přestože se tato práce ve své praktické části přímo nezabývá touto problematikou, bylo pro širší nadhled a podvědomí o celé oblasti rozhodnuto o zpracování také této části legislativy Evropské unie.

Takzvané prohlášení o shodě je písemné doložení ve formě dokumentu, kdy výrobce či dodavatel potvrzuje, že výrobek smí být uveden na trh. Zároveň tím také potvrzuje, že výrobek splňuje technické požadavky platné legislativy České republiky. Zavazuje se také, že provedl řádný postup při naplnění shody. Po vydání tohoto dokumentu se může výrobek bez nutnosti dalších posouzení pohybovat po EU.

K prohlášení o shodě nepotřebuje výrobce či prodejce žádnou autorizovanou osobu, může si jej vystavit sám. Proces však není jednoduchý a je nutno doložit všechny požadované dokumenty. Musí být vyhotoveno strojně, popř. ručně, psaný tiskacími písmeny. Vztahuje se ke strojnímu zařízení v aktuálním stavu. To znamená, že jej popisuje přesně v takovém stavu, v jakém je uváděno na trh. Tím pádem jej není možno vztahovat na součásti, které byly nebo mohly být přidány uživatelem. Zároveň se nevztahuje na provedené zásahy uživatele. [2, 9]

Toto prohlášení musí obsahovat následující náležitosti [2, 9]:

- Název obchodní firmy;
- Úplnou adresu výrobce (případně jeho zplnomocněného zástupce);
- Jméno a adresu osoby, která byla pověřena sestavením technické dokumentace;
- Popis a identifikaci strojního zařízení, tj:
 - obecné označení;
 - funkce;
 - model;
 - typ;
 - výrobní číslo;
 - obchodní název.
- Větu: „Toto prohlášení o shodě se vydává na výhradní odpovědnost výrobce“;
- Větu: „Výše popsany předmět prohlášení je ve shodě s příslušnými harmonizačními právními předpisy Unie.“ Tyto odkazy musí odkazovat na texty, které jsou zveřejněny v Úředník věstníků EU;
- Místo a datum vydání prohlášení;
- Údaje o totožnosti oprávněné osoby, která je oprávněna vypracovat prohlášení jménem výrobce (nebo jeho oprávněného zástupce) a její podpis;
- Případně:
 - Odkazy na příslušné harmonizované normy, kterých bylo využito;
 - Odkazy na jiné použité technické normy a specifikace;
 - Jméno, adresu a identifikační číslo oznámeného subjektu, který schválil systém komplexního zabezpečování jakosti.

4 LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY ČESKÉ REPUBLIKY

Požadavky vztahující se na bezpečnost řeší každý členský stát také ve svém zákoně, Českou republiku nevyjímaje. Pro pracovníky, kteří jsou v dané společnosti zodpovědní za tuto oblast, z toho vyplývá povinnost sledovat aktuálnost zákonů, které lze nalézt v souvislosti s jejich výrobou.

Historie tvorby zákonů v ČR je rozmanitá, možné zdůvodnění lze nalézt ve složitém vývoji jejího zřízení. Zásadním rokem byl rok 1989, kdy po politickém převratu nastala nutnost upravení zákonů pro nově vzniklou republiku. Důležitou změnou je možno nazvat vydání Zákona České národní rady č. 545/1992 Sb. o Sbírce zákonů České republiky, který nabyl účinnosti 12. 12. 1992. Zásadním pojítkem ve vztahu český právní řád - Evropská unie byl ve smyslu bezpečnosti práce 1. leden 2001, kdy byl přijat systém Evropské unie pro zajištění BOZP do českého právního řádu.

Ministerstvo vnitra je povinno dle § 12 zákona č. 309/1999 Sb. umožnit vzdálený přístup ke zveřejněným stejnopisům Sbírky mezinárodních smluv a Sbírky zákonů vydané po 4. 5. 1945. Tudíž je možno do zákonů nahlédnout i on-line. Oficiální spuštění stránek fungující pod přímou záštitou Ministerstva vnitra je naplánováno do dvou let, kdy budou spuštěny systémy eSbírka a eLegislativa. V současné době je možno nahlédnout do sbírek prostřednictvím aplikace Ministerstva vnitra přímo na jeho webových stránkách, či jiných stránek k tomu určených [11].

4.1 Zákon č. 262/2006 Sb.

Za jeden z nejvíce používaných zákonů vůbec se dá označit Zákon č. 262/2006 Sb., jinak nazývaný také jako Zákoník práce. Tento zákon je prakticky každoročně, zpravidla i několikrát ročně, novelizován. V současné době je složen ze 107 stran. Původním zákoníkem práce byl Zákon č. 65/1965 Sb., který byl nahrazen v den nabytí účinnosti Zákona č. 262/2006 Sb., k čemuž došlo 1. 1. 2007.

Obsah celého Zákoníku práce ve své podstatě spočívá v uložení povinnosti zaměstnavateli k vytvoření takových pracovních podmínek, které jsou bezpečné a nezávadné. Zjednodušeně řečeno, nařizuje zaměstnavateli vytvořit zdraví neohrožující pracovní prostředí. Dále zpracovává příslušné předpisy Evropské unie, upravuje práva a povinnosti zaměstnavatele při práci konané mimo pracovní poměr, při náhradě výdajů v souvislosti s výkonem práce, dovolené atd.

Vytvořit takové bezpečné prostředí lze, mimo jiné, přijmutím opatření, které má za cíl zabránit vzniku (především závažných) rizik. Takový obsah lze nalézt v páté části, nazvané Bezpečnost a ochrana zdraví při práci. Obsahuje celkem tři hlavy [12, 13].

4.1.1 Hlava I – Přecházení ohrožení života a zdraví při práci

§ 101

- 1) Zaměstnavateli je uložena povinnost zajistit bezpečnost a ochranu zdraví zaměstnanců při práci s ohledem na rizika možného ohrožení jejich života a zdraví, která se týkají výkonu práce (dále jako „rizika“);
- 2) Péče o bezpečnost a ochranu zdraví při práci uložena zaměstnavateli podle odstavce 1 nebo zvláštními právními předpisy je nedílnou a rovnocennou součástí pracovních

povinností vedoucích zaměstnanců na všech stupních řízení v rozsahu pracovních míst, která zastávají;

ZÁMĚRNĚ VYNECHÁNO

- 5) Povinnost zaměstnavatele zajišťovat bezpečnost a ochranu zdraví při práci se vztahuje na všechny fyzické osoby, které se s jeho vědomím zdržují na jeho pracovištích;
- 6) Náklady spojené se zajišťováním bezpečnosti a ochrany zdraví při práci je povinen hradit zaměstnavatel; tyto náklady nesmějí být přenášeny přímo ani nepřímo na zaměstnance [13].

§ 102

- 1) Zaměstnavatel je povinen vytvářet bezpečné a zdraví neohrožující pracovní prostředí a pracovní podmínky vhodnou organizací bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a přijímáním opatření k předcházení rizikům;
- 2) Prevencí rizik se rozumí všechna opatření vyplývající z právních a ostatních předpisů k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a z opatření zaměstnavatele, která mají za cíl předcházet rizikům, odstraňovat je nebo minimalizovat působení neodstranitelných rizik;
- 3) Zaměstnavateli se ukládá povinnost soustavně vyhledávat nebezpečné činitele a procesy pracovního prostředí a pracovních podmínek, zjišťovat jejich příčiny a zdroje. Na základě tohoto zjištění vyhledávat a hodnotit rizika a přijímat opatření k jejich odstranění a provádět taková opatření, aby v důsledku příznivějších pracovních podmínek a úrovně rozhodujících faktorů práce dosud zařazené podle zvláštního právního předpisu jako rizikové mohly být zařazeny do kategorie nižší. K tomu je povinen pravidelně kontrolovat úroveň bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, zejména stav výrobních a pracovních prostředků a vybavení pracovišť a úroveň rizikových faktorů pracovních podmínek, a dodržovat metody a způsob zjištění a hodnocení rizikových faktorů podle zvláštního právního předpisu;
- 4) Není-li možné rizika odstranit, je zaměstnavatel povinen je vyhodnotit a přijmout opatření k omezení jejich působení tak, aby ohrožení bezpečnosti a zdraví zaměstnanců bylo minimalizováno. Přijatá opatření jsou nedílnou a rovnocennou součástí všech činností zaměstnavatele na všech stupních řízení. O vyhledávání a vyhodnocování rizik a o přijatých opatřeních podle věty první je zaměstnavatel povinen vést dokumentaci [13].

4.1.2 Hlava II – Povinnosti zaměstnavatele, práva a povinnosti zaměstnance

Tato hlava se v zákonech § 103 – § 104 zabývá ochrannými pracovními prostředky, pracovními oděvy, obuví či dezinfekčními prostředky. Tyto prostředky musí v případě potřeby ochránit zaměstnance před možnými riziky. Zároveň musí být voleny v rozumném rozsahu tak, aby ho neomezovaly při práci. V § 105 - § 106 jsou uvedeny povinnosti zaměstnavatele při pracovních úrazech a nemocech z povolání, a také práva a povinnosti zaměstnance v těchto případech [13].

4.1.3 Hlava III – Společná ustanovení

Závěrečná hlava páté části je věnována prostřednictvím § 107 - § 108 dalším požadavkům na bezpečnost a ochranu zdraví při práci, účasti zaměstnanců na řešení otázek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Například udává, že zaměstnanec nemůže být zbaven

práva zúčastnit se řešení otázek souvisejících s bezpečností a ochranou zdraví při práci prostřednictvím odborové organizace a zástupci pro bezpečnost a ochrany zdraví při práci.

Důležitou povinností pro zaměstnavatele je trvalé přizpůsobování prevence rizik aktuálnímu stavu strojních zařízení či změnám aktuálních norem. Pokud se v areálu firmy nachází cizí zaměstnanci, případně jiné fyzické osoby, je povinno zahrnout tuto skutečnost do prevence rizik jak ze strany působení rizik na takové osoby, tak také působení rizik těmito osobami. Nejedná se zde pouze o pracovníky, kteří se pohybují v bezprostřední blízkosti pracovních strojů, ale také osoby, které jsou v dosahu, například v kancelářích [12, 13].

4.2 Zákon č. 309/2006 Sb.

Zákon č. 309/2006 Sb, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci), se stal účinným 1. 1. 2007.

Zpracovává několik příslušných předpisů Evropské unie (např. Směrnici Evropského parlamentu a Rady 2009/104/ES, Směrnici Rady 94/33/ES aj.) a upravuje v návaznosti na zákon č. 262/2006 Sb. další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy podle § 3 zákoníku práce [14].

Je rozdělen na čtyři části [14]:

- Část první: Další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích;
- Část druhá: Zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy;
- Část třetí: Další úkoly zadavatele stavby, jejího zhotovitele, popřípadě fyzické osoby, která se podílí na zhotovení stavby, a koordinátora bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi;
- Část čtvrtá: Společná, přechodná a závěrečná ustanovení.

4.3 Zákon č. 22/1997 Sb.

Zákon o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů obsahuje, mimo jiné, technické požadavky na výrobky. Poslední, aktuální znění představuje novela zákona č. 265/2017 Sb. ze dne 19. 7. 2017. Původní verze, která se stala účinnou 1. 9. 1997, je složena z pěti hlav první části, dvou hlav druhé části a závěrečných ustanovení v části třetí [15].

Aktuální znění je složeno ze 3 částí:

- Část první: Technické požadavky a akreditace subjektů posuzování shody;
- Část druhá: Změna a doplnění některých zákonů;
- Část třetí: Závěrečná ustanovení.

V první části, konkrétně v hlavě II, jsou uvedeny technické předpisy a technické normy. Obsahuje tyto paragrafy:

- § 3 Technické předpisy a technické dokumenty;
- § 4 České technické normy;

- § 4a Harmonizované technické normy a určené normy;
- § 5 Zabezpečení tvorby českých technických norem;
- § 6 Podmínky tvorby a vydávání českých technických norem;
- § 7 Informační povinnosti.

4.4 Nařízení vlády č. 378/2001 Sb.

Od 1. 1. 2003 platí Nařízení vlády č. 378/2001 Sb., které ustanovuje bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí, pokud požadavky na bezpečnost provozu a používání zařízení nestanoví zvláštní předpis jinak.

Tvoří ho pět paragrafů a pět příloh týkající se bezpečného provozu a používání několika druhů zařízení. Spadá pod něj široká tematika, od zařízení pro zdvihání břemen a zaměstnanců, zdvihání a přemisťování zavěšených břemen, až po používání stabilních skladovacích zařízení sypkých hmot [16].

4.4.1 § 3 NV č. 378/2001 Sb.

V paragrafu 3 odst. 1 jsou uvedeny minimální požadavky na bezpečný provoz a používání zařízení v závislosti na příslušném riziku vytvořené daným zařízením.

Především se jedná o [16]:

- Používání zařízení k účelům a za podmínek, pro které je určeno, v souladu s provozní dokumentací. Zaměstnavatel však může stanovit další požadavky na bezpečnost místním provozním bezpečnostním předpisem (minimálně v rozsahu daném normovou hodnotou);
- Zaměstnavatelem stanovený bezpečný přístup obsluhy k zařízení a dostatečný manipulační přístup obsluhy k zařízení;
- Přívod nebo odvod všech energií a látek, ať už užívaných nebo vyráběných tak, aby byla zachována bezpečnost;
- Pokud existuje riziko kontaktu, popř. zachycení zaměstnance s pohybujícími se částmi pracovního zařízení, či pádu břemene, je nutné tomu zabránit (vybavením zařízení zábranou, ochranným zařízením, popř. přijetím jiných opatření);
- Montáž a demontáž zařízení za bezpečných podmínek v souladu s návodem, který je dodán výrobcem;
- Ochrana zaměstnance proti nebezpečnému dotyku u zařízení, které jsou pod napětím, a také před jevy vyvolanými účinky elektřiny;
- Umístění ovládacích prvků ovlivňujících bezpečnost provozu mimo nebezpečné prostory;
- Spuštění zařízení pouze záměrným úkonem obsluhy;
- Vybavení ovladačem pro úplné bezpeční zastavení;
- Vybavení ovladačem pro nouzové zastavení;
- Zařízení k odpojení od všech zdrojů energií;
- Vybavení daného pracoviště ovladači pro zastavení některého nebo všech zařízení;
- Ochrana zaměstnanců před rizikovými faktory (vibracemi, hlukem, vysokými teplotami způsobené činností zařízení);
- V případě potřeby vyznačení výstražnými či informačními značkami, které jsou srozumitelné;
- Vybavení vhodným ochranným zařízením tak, aby chránilo zaměstnance (před rizikem požáru, výbuchu či únikem látek).

4.4.2 § 4 NV č. 378/2001 Sb.

V paragrafu 4 je uvedeno nařízení, které udává nutnost vedení provozní dokumentace. Provozní dokumentace je takový soubor dokumentů, který obsahuje průvodní dokumentaci, záznam o poslední, popř. mimořádné revizi či kontrole. V případě kontroly, která probíhá nejméně jednou za 12 měsíců, je nutnost jejího provádění podle průvodní dokumentace výrobce. Jedná se o soubor dokumentů, který obsahuje návod výrobce pro montáž, manipulaci, opravy, údržbu, nebo pokyny pro možnou výměnu či záměnu jednotlivých částí zařízení [12, 16].

4.5 Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.

Nařízením vlády č. 361/2007 Sb. se stanovují podmínky ochrany zdraví při práci. V účinnosti je od 1. 1. 2008. Zapracovává příslušné předpisy Evropské unie a upravuje v návaznosti na přímo použitelné předpisy Evropské unie požadavky uvedené v jeho první části.

V § 1 první části v odstavci 5 je uvedeno ustanovení, které opravňuje toto nařízení k tomu, aby byly podle něj hodnoceny podmínky ochrany zdraví žáků středních škol při praktickém vyučování, studentů vyšších odborných škol při praktické přípravě a studentů vysokých škol při praktické výuce a praxi [18].

Je rozděleno na čtyři části:

- Část první: Předmět úpravy;
- Část druhá: Rizikové faktory pracovních podmínek, jejich členění, zjišťování, hodnocení zdravotního rizika a podmínky ochrany zdraví při práci;
- Část třetí: Další hygienické požadavky na pracoviště a pracovní prostředí;
- Část čtvrtá: Závěrečná ustanovení.

4.6 Nařízení vlády č. 176/2008 Sb.

Nařízení vlády č. 176/2008 Sb. o technických požadavcích na strojní zařízení zapracovává do české legislativy příslušný předpis Evropské unie, tj. Směrnici Evropského parlamentu a Rady 2006/42/ES. V platnost vstoupilo 27. 5. 2008 a účinné je od 29. 12. 2009.

Nařízení upravuje technické požadavky na stejné prostředky jako Směrnice 2006/42/ES, jejichž výpis je uveden v jejím rozboru výše. Mezi ně patří strojní zařízení [19].

Obsahuje 13 paragrafů:

- § 1 – Základní ustanovení;
- § 2 – Základní pojmy;
- § 3 – Základní požadavky;
- § 4 – Uvádění na trh nebo do provozu;
- § 5 – Postupy posuzování shody;
- § 6 – Postup u neúplného strojního zařízení;
- § 7 – Omezování platnosti dokumentů;
- § 8 – Označení CE;
- § 9 – Oznámení o uložení ochranného opatření;
- § 10 – Autorizace a notifikace;

§ 11 – Přejídné ustanovení;

§ 12 – Zrušovací ustanovení;

§ 13 – Účinnost.

Pro doplnění těchto paragrafů obsahuje nařízení 12 příloh.

4.6.1 § 4 NV č. 176/2008 Sb.

Paragraf 4 Uvádění na trh nebo do provozu je rozdělen do 7 odstavců, které popisují uvádění výrobků na trh nebo do provozu.

Odstavec 3: Před uvedením strojního zařízení na trh nebo do provozu zajišťuje buď výrobce nebo jeho zplnomocněný zástupce posouzení shody, přičemž:

- a) zajišťuje, aby byla k dispozici správná technická dokumentace;
- b) zajišťuje potřebné informace (zejména návod) ke strojnímu zařízení;
- c) vydává ES prohlášení o shodě a zajišťuje, aby bylo ke strojnímu zařízení přiloženo;
- d) opatřuje strojní zařízení označením CE.

Odstavec 5: Za strojní zařízení uvedená na trh se považují také strojní zařízení vyrobená nebo dovezená pro vlastní provozní potřeby při podnikání [19].

4.6.2 § 7 NV č. 176/2008 Sb.

Paragraf 7 Omezování platnosti dokumentů uvádí nařízení týkající se omezování platnosti dokumentů.

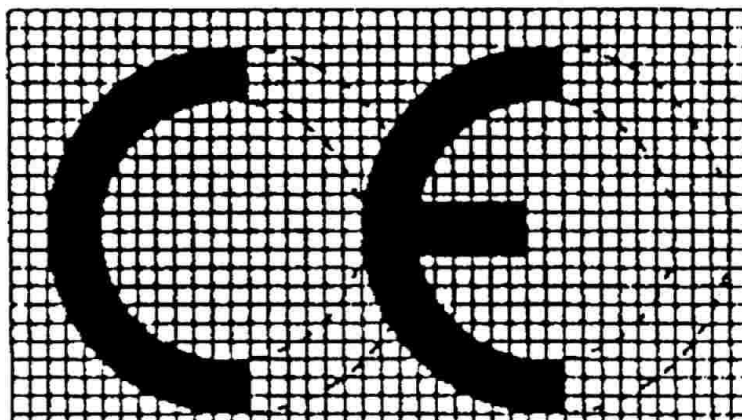
(1) Pokud notifikovaná osoba zjistí u výrobku, u kterého se podílela na posuzování shody, že výrobce nesplnil příslušné požadavky, pozastaví platnost vydaného certifikátu, neprovede-li výrobce příslušná opatření k nápravě;

(2) V případě, že dojde k tomuto pozastavení nebo omezení platnosti certifikátu, musí notifikovaná osoba neprodleně informovat orgán dozoru a Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví [19].

4.6.3 § 8 NV č. 176/2008 Sb.

Paragraf 8 pojednává o označení CE.

- (1) Strojní zařízení musí být viditelně a čitelně označeno označením CE, mohou jím být označeny pouze stanovené výrobky dle §1 odst. 1 písm. a) – f);
- (2) Grafická podoba označení je stanovena zvláštním právním předpisem [19].



Obr. 4) Vzor označení shody CE [20]

Pokud je pro označení CE měněna jeho velikost v závislosti na velikosti označovaného zařízení, musí být zachovány vzájemné poměry dané mřížkou. Části označení musí mít stejný svislý rozměr, který nesmí být menší než 5 mm [19, 20].

4.7 Nařízení vlády č. 117/2016 Sb.

Nařízení vlády č. 117/2016 Sb. o posuzování shody výrobků z hlediska elektromagnetické kompatibility při jejich dodávání na trh zapracovává do české legislativy Směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2014/30/EU. V platnosti je od 18. 4. 2016, účinnou se stala o dva dny později.

Upravuje technické požadavky na výrobky z hlediska jejich elektromagnetické kompatibility. Splnění všech základních technických požadavků je prokazováno posuzováním shody [21].

Obsahuje 18 paragrafů a 4 přílohy:

- Příloha č. 1 – Základní technické požadavky;
- Příloha č. 2 – Interní řízení výroby (modul A);
- Příloha č. 3 – EU přezkoušení typu (modul B) a Shoda s typem založená na interním řízení výroby (modul C);
- Příloha č. 4 – EU prohlášení o shodě.

4.8 Nařízení vlády č. 118/2016 Sb.

Nařízení vlády č. 118/2016 Sb. o posuzování shody elektrických zařízení určených pro používání v určitých mezích napětí při jejich dodávání na trh zapracovává do české legislativy Směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2014/35/EU. Vstoupila v platnost 18. 4. 2016, účinnosti nabyla o dva dny později. Nařízení obsahuje 18 paragrafů a 4 přílohy [22].

4.8.1 § 6 NV č. 118/2016 Sb.

Paragraf 6 udává povinnost pro distributora elektrického zařízení.

Ten musí před dodáním na trh ověřit, zda [22]:

- a) je umístěno označení CE;
- b) jsou přiloženy požadované doklady, návody a bezpečnostní informace v českém jazyce;
- c) dovozce a výrobce splnili příslušné požadavky tohoto nařízení.

4.8.2 § 10 NV č. 118/2016 Sb.

Paragraf 10 pojednává o předpokladu shody elektrického zařízení.

Jestliže je elektrické zařízení ve shodě s [22]:

- a) harmonizovanými normami (nebo jejichž částmi se zveřejněnými odkazy v Úředním věstníku EU;
 - b) bezpečnostními ustanoveními mezinárodních norem stanovenými IEC;
 - c) bezpečnostními ustanoveními českými technickými normami;
- má se za to, že je ve shodě se základními technickými požadavky tohoto nařízení.

5 SYSTÉMOVÝ ROZBOR PROBLEMATIKY

Systémový rozbor problematiky lze chápat jako komplexní analýzu daného tématu. Po jejím zpracování by měl být pracovník provádějící analýzu rizik schopen pochopit šířku problematiky. I zde však platí, že čím více zkušeností daný pracovník má, tím větší přesnosti a kvality může dosáhnout při řešení problému.

5.1 Riziko

S rizikem se lidstvo snažilo vypořádat odjakživa, a tak mapování počátků pojmu riziko vede až do antiky, do dob tehdejšího centra veškeré lidské moudrosti a poznání – do Řecka. Homér v jeho známém eposu Odysea poukazoval na důležitost rizika, které by při jeho nerespektování vedlo až ke smrti. Konkrétnější snaha o definování pojmu lze nalézt v 17. století, kdy bylo používáno především v souvislosti s námořní dopravou. Nejprve bylo synonymem pro překážku, popř. úskalí, které je třeba překonat, později bylo definováno jako „vystavení nepříznivým vlivům či okolnostem“. Vždy však bylo spojováno s pojmem nebezpečí.

Riziko se postupně dostalo od mořeplavby až po prakticky všechna odvětví průmyslu. Díky tomu existuje celá řada užívaných pojmů, které se s větší či menší přesností snaží riziko definovat.

Používané pojmy pro popis rizika jsou [23, 24, 25, 26]:

- Kombinace pravděpodobnosti výskytu škody a její závažnosti;
- Efekt nejistoty na cíle;
- Nejistá událost, nebo sada událostí, které by v případě výskytu měly vliv na dosažení cílů projektu;
- Kombinace pravděpodobnosti vnímané hrozby a velikosti dopadu na cíle;
- Pravděpodobnost, že jev bude mít negativní dopad;
- Možnost nepříznivé odchylky od zamýšleného výsledku;
- Možný problém, který má nepříznivý dopad na hodnotu firmy.

Pro potřeby této diplomové práce bude pracováno s přesnou definicí rizika, uvedenou v ČSN EN ISO 12100:2011, kde je označeno jako „kombinace pravděpodobnosti výskytu škody a její závažnosti“ [26].

5.2 Analýza rizik

Neodmyslitelným prostředkem pro zjištění míry rizika je jejich analýza. Měla by být klíčovým prvkem pro správnou výrobu, používání i likvidaci daného výrobku. Její přesné pochopení a provedení je tedy nezbytné pro jakoukoliv část životního cyklu produktu. Důležitou otázkou pro každou firmu je poté přístup k této problematice, neboť se jedná o progresivní téma, které se neustále rozvíjí. Ať už z pohledu vynalézání nových technik a technologií, nebo z aktualizování norem a zákonů. Z hlediska zachování bezpečnosti je proto důležité sledovat pokrok, provádět školení, popř. neopomenout pravidelnou konzultaci s experty na danou problematiku.

Stejně jako při snaze definovat analýzu rizik je používáno více pojmů [26, 27]:

- Kombinaci specifikace mezních hodnot stroje, odhadu rizika a identifikace nebezpečí;
- Pravděpodobnostní analýza bezpečnosti, pravděpodobnostní analýza rizika, kvantitativní analýza rizika a kvantitativní analýza bezpečnosti;
- Systematické použití dostupných informací k identifikaci nebezpečí, a také k odhadu rizika pro člověka, jeho majetek a životní prostředí.

Pro potřeby této práce bude definice opět vycházet z ČSN EN ISO 12100:2011, která analýzu rizik definuje jako „kombinaci specifikace mezních hodnot stroje, odhadu rizika a identifikace nebezpečí“ [26].

Analýza rizik je někdy chybně zaměňována s pojmem hodnocení rizik. Nejčastěji je hodnocení rizik chápáno jako proces, při kterém je utvořen úsudek o přijatelnosti rizika na základě jeho analýzy. Jsou při něm zahrnuty sociální, ekonomické, či environmentální faktory. Definice hodnocení rizik podle ČSN EN ISO 12100:2011 je „rozhodnutí, na základě analýzy rizika, zda bylo dosaženo cílů snížení rizika“ [26].

Analýzu a posuzování rizik není možno považovat za jednorázovou událost. Jedná se spíše o kontinuální proces. Ani zkušený pracovník nedokáže při první příležitosti odhalit všechna rizika. Neustále se měnící strojní konstrukce, technologie a požadavky norem znamenají neustálé nabývání možných situací, kdy by riziko mohlo vzniknout. Z toho důvodu je v dané společnosti nezbytné vytvoření vhodných podmínek. Nejedná se o individuální práci. Je potřeba, aby byli do tohoto procesu zapojeni všichni zainteresovaní zaměstnanci [12].

Jak již bylo uvedeno, identifikovat nebezpečí a zhodnotit riziko by mělo být opakováno. Management firmy může reagovat na náhlou potřebu učinit tento proces okamžitě, popř. může určit časový interval, za jak dlouho se bude proces opakovat.

Opakovaný proces analýzy rizik má především následující cíle [12]:

- Přehodnocení zbytkových rizik;
- Zvážení možnosti snížení zbytkových rizik;
- Eliminace dalších rizik vyřazením stroje, změnou činnosti či změnou technologie apod.;
- Posouzení rizik u nového stroje, nových výrobních technologií, nových pracovních postupů apod.

5.3 Definice pojmů souvisejících s analýzou rizik

Při posuzování rizik je nutná znalost a správné pochopení také jiných termínů a pojmů, se kterými je potřeba pracovat. Terminologií pro analýzu rizik se zabývá především ČSN EN ISO 12100:2011.

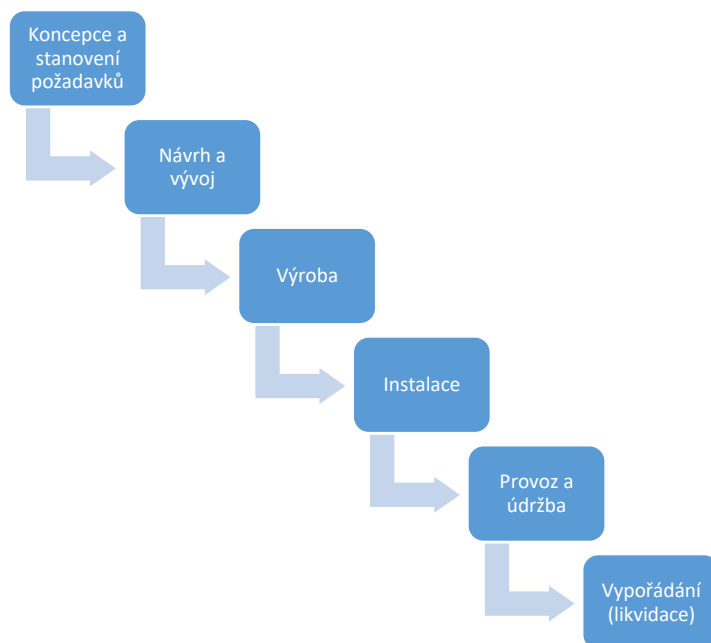
Důležité pojmy, související s tématem práce uvedené v ČSN EN ISO 12100:2011 jsou zejména tyto [26]:

- Nebezpečí – potenciální zdroj úrazu; zdroj možného zranění či poškození zdraví;
- Úraz – fyzické zranění, popř. poškození zdraví;
- Relevantní nebezpečí – nebezpečí, jehož přítomnost je identifikována, nebo které je spojeno se strojem;
- Významné nebezpečí – nebezpečí, které bylo označeno jako relevantní a vyžaduje specifické opatření konstruktéra;

- Nebezpečná událost – událost, která může způsobit úraz;
- Nebezpečná situace – okolnost, při které je osoba vystavena minimálně jednomu nebezpečí;
- Zbytkové riziko – riziko, které zůstává i po implementaci ochranných prostředků;
- Odhad rizika – závažnost úrazu a pravděpodobnost jeho výskytu;
- Odpovídající snížení rizika – snížení rizika, které je alespoň dle zákonných požadavků, při uvážení stavu techniky;
- Ochranné opatření – opatření k dosažení snížení rizika. Vztahují se jak na uživatele (dodržení bezpečnostních pracovních postupů, školení, používání ochranných prostředků...), tak také na konstruktéra (implementace konstrukčních bezpečnostních opatření, doplňkové ochranné opatření, informace pro používání...);
- Bezpečnostní ochrana – ochranné opatření používající bezpečnostní zařízení k ochraně osob před nebezpečím, které nemůže být sníženo pomocí zabudovaných opatření;
- Bezpečnostní zařízení – ochranné zařízení nebo ochranný kryt;
- Ochranné zařízení – jiné ochranné zařízení, než je ochranný kryt;
- Neočekávané spuštění stroje – spuštění, které je předem nezamýšlené a tím zvyšuje riziko;
- Porucha – ukončení schopnosti objektu plnit požadovanou funkci;
- Selhání – porucha stroje zabraňující vykonávání funkce.

5.4 Životní cyklus výrobku

Jak již bylo uvedeno, analýza rizik je používána v jakékoli části životního cyklu. Definici životního cyklu je možno nalézt v ČSN EN ISO 14040 jako „všechna stádia života výrobku od získávání surovin potřebných k jeho výrobě, přes výrobu vlastního výrobku, jeho používání a likvidace použitého, již nepotřebného výrobku.“ Lze jej tedy chápat jako časový interval, který začíná ještě když výrobek fyzicky neexistuje a končí jeho likvidací. Obecně je chápán jako složení šesti fází, které lze vidět na následujícím obrázku. [28]



Obr. 5) Životní cyklus výrobku [29]

5.5 Technické normy

Prakticky v každém odvětví existuje řada norem. Pro strojírenský průmysl je jejich existence samozřejmá. Pro strojní zařízení jsou důležité především harmonizované normy. Jsou to evropské normy přijaté na základě žádosti Komise. Evropskou normou se rozumí norma, která je přijatá některou z evropských normalizačních organizací. Normou se rozumí technická specifikace, která je přijata uznávaným normalizačním orgánem. Je využita k trvalému, nebo opakovanému použití. Jak již bylo uvedeno v přechozích kapitolách, její dodržování není povinné [2].

Normy jsou pojmenovány podle rozsahu své působnosti, např:

- ČSN;
 - Česká národní norma
- ČSN ISO či IEC;
 - ČSN International Organization for Standardization;
 - převzatá mezinárodní norma.
- ČSN IEC;
 - ČSN International Electrotechnical Commission;
 - převzatá mezinárodní norma.
- ČSN EN;
 - ČSN European Norme;
 - převzatá evropská norma.

Bezpečnostní normy pro oblast strojních zařízení se dělí do těchto skupin [30]:

- Normy typu A;
 - základní bezpečnostní normy;
 - uvádějí zásady pro konstrukci a obecná hlediska pro strojní zařízení.
- Normy typu B;
 - skupinové bezpečnostní normy;
 - zabývají se jedním bezpečnostním hlediskem nebo jedním typem bezpečnostního zařízení;
 - dále se dělí na:
 - - normy typu B1 – týkají se bezpečnostních hledisek, např. bezpečných vzdáleností, teploty povrchu, hluku;
 - - normy typu B2 – týkají se příslušných bezpečnostních zařízení, např. dvouručních ovládacích zařízení, zařízení citlivých na tlak, blokovacích zařízení, ochranných krytů.
- Normy typu C;
 - bezpečnostní normy pro stroje;
 - zabývají se detailními bezpečnostními požadavky pro jednotlivý stroj nebo skupinu strojů.

Pokud pro danou problematiku existuje norma typu C, tak má její ustanovení přednost před normami typu A a B [30].

U provozovaných strojů je vyžadováno vedení těchto technických dokumentací [12]:

- Průvodní dokumentace;
 - soubor dokumentů, který obsahuje návod výrobce na:
 - montáž;
 - manipulaci;
 - opravy;
 - údržbu;
 - výchozí kontrolu;
 - pravidelnou kontrolu;
 - revizi zařízení;
 - výměnu nebo změnu částí.
- Provozní dokumentace;
 - soubor dokumentů, který obsahuje:
 - průvodní dokumentaci;
 - záznam o poslední, popř. mimořádné revizi či kontrole.

Záznam o poslední nebo mimořádné revizi či kontrole musí být veden, pokud je tak stanoveno právním předpisem. Pokud takový právní předpis neexistuje, povinnost vést záznam může být stanovena průvodní dokumentací nebo nařízením zaměstnavatele [12].

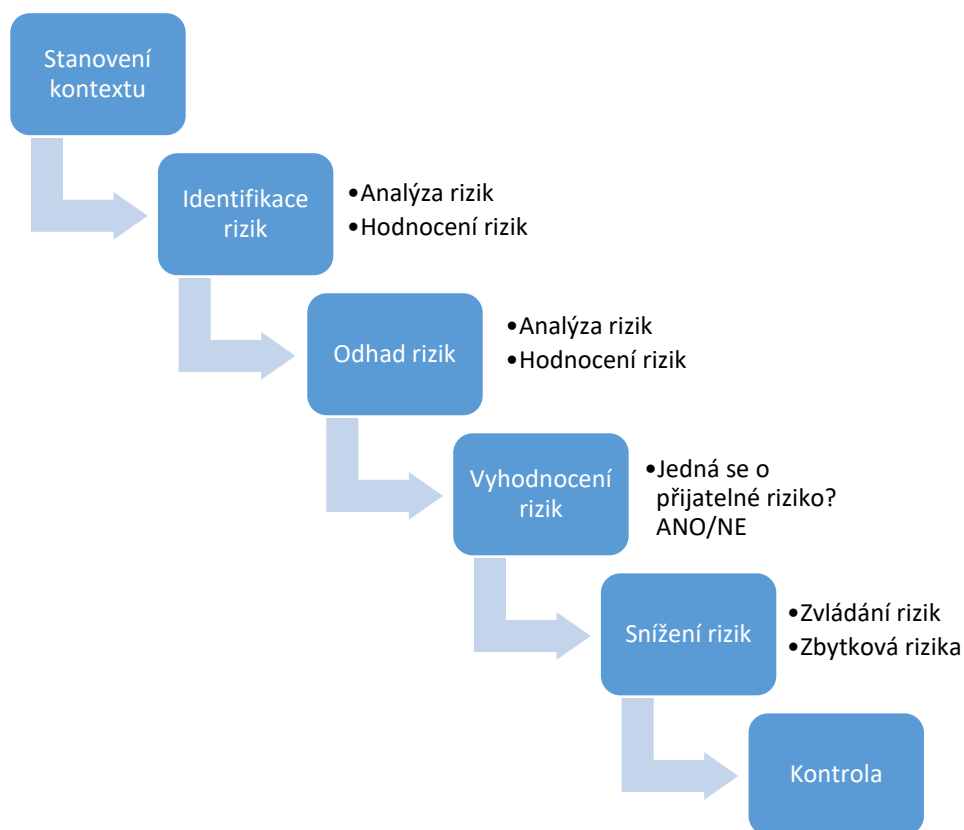
6 METODY ANALÝZY RIZIK

Významné nebezpečí je schopno negativně ovlivnit jakoukoli sféru životního cyklu, což plyne v důležitost správně provedené analýzy rizik. Je samozřejmě také spojeno s možností nesprávného používání zařízení. Potenciálních zdrojů významného nebezpečí je tedy nepřehledné množství. Pro potřebu správně stanovené analýzy bylo vyvinuto několik metod, z nichž má každá svůj vlastní pohled na danou problematiku.

Každá z nich však má své specifika, některé z nich jsou založeny na jednoduchém principu, některé vyžadují sofistikovanější přístup. Volba metody však zůstává plně v režii pracovníka, který dostane za úkol provést analýzu rizik. Ke správně provedené analýze je zapotřebí množství zkušeností.

Taktéž je důležité si uvědomit, že analýza rizik spadá pod komplexní postup managementu rizik a je tak pouze jednou (byť nezastupitelnou) částí celého procesu.

Celý cyklus managementu rizik lze vizualizovat takto:



Obr. 6) Management rizik [31]

6.1 What-if Analysis

Analýza What-if („Co se stane, když...“) je jedna z jednodušších technik, jenž je i přes svou zadanou strukturu poměrně volná, jelikož je založena na skupinové kreativní metodě. Jejím cílem je generování co nejvíce nápadů pro řešení problému. Jinak řečeno, What-if analýza úzce souvisí s metodou, která je široce známá jako brainstorming. Díky tomu je metoda velice flexibilní a je možno ji použít k rozmanitým účelům [32].

Její základní cíle jsou následující:

- predikovat eventuální problémy, které by mohly ohrozit chod zavedeného systému, či jeho základní prvky;
- vytvořit soubor ochranných opatření, který tyto problémy odstraní.

Jak již bylo uvedeno, jedná se metodu volnou, nicméně stále svým způsobem strukturovanou.

Přítomní experti by měli dodržet následující postup:

1. Definování oblasti zájmů;
2. Definování cílových zájmů otázek (bezpečnost, dopad na životní prostředí...);
3. Tvorba otázek (jestliže...);
4. Tvorba odpovědí (tak nastane...);
5. Vytvoření ochranných opatření.

Z uvedené metody lze vyčíst její klady, které přináší v podobě rychlosti, rozmanitosti či širokou škálou možných odpovědí na měnící se podmínky. Z důvodu své jednoduchosti je doporučeno ji používat jako doplněk ke složitějším metodám, jako je např. HAZOP. [32]

Tab 1) Příklad What-if analýzy

What-if analýza údržby strojního zařízení				
Co se stane, když...?	Stav systému	Důsledek	Ochranné opatření	Upozornění v návodu na použití
Se zanedbá údržba rotujících součástí	Stroj nepřírozně vibruje, možné nezamýšlené uvolnění součástí v provozu	Hrozba smrtelného zranění	Vypracování návodu ke správné údržbě; Požadováno vypracování podrobné dokumentace údržby	Nutno provádět údržbu dle návodu; Vypracovat dokumentaci provedené údržby
Se zanedbá údržba pracovního prostředí	Stroj je zanesen třískami; strojní kapalina vytéká na podlahu	Hrozba poškození stroje; hrozba zranění	Vypracování návodu ke správné údržbě; Požadováno vypracování podrobné dokumentace údržby	Nutno provádět údržbu dle návodu; Vypracovat dokumentaci provedené údržby
.
.
.

6.2 Preliminary Hazard Analysis

Metoda Preliminary Hazard Analysis se do češtiny nejčastěji překládá jako předběžná analýza ohrožení. Jedná se v podstatě o složený soubor technik, které se používají ke zhodnocení rizika. Nejčastěji obsahuje nejznámější metody jako je Checklist, Failure Mode and Effects Analysis

(FMEA), Fault Tree Analysis (FTA), Hazard and Operability Analysis (HAZOP), popřípadě jejich kombinace, a dále různé ekvivalentní alternativní metody. Jedná se tedy o komplexní metodu, která vyžaduje odborný přístup.

Dá se chápat jako kvantifikace příčin rizik, jejímž primárním cílem je identifikování potenciálních nebezpečných stavů a jejich původ. Dalším jejím krokem je stanovení jejich závažnosti v podobě zařazení do předem stanovených kategorií. Tyto kategorie vychází především ze zkušeností a reflektují již uskutečněné nežádoucí stavy, se kterými jsou spojené následné dopady. Poslední výraznou etapou je stanovení bezpečnostních zajištění, které minimalizují riziko, popřípadě úplně předchází jeho vzniku.

Použití této metody je velice výhodné, neboť se snaží řešit především počáteční příčiny, jejich včasnou identifikaci, což vede k úsporám jak finančním, tak časovým. Je ale zřejmé, že vzhledem ke své rozsáhlosti a možných kombinací je potřeba mít kvalitně zpracovanou dokumentaci a disponovat zkušeným expertem na pozici vedoucího týmu. Zároveň je potřeba také mít k dispozici hodnotitele, kteří jsou schopni rozsoudit správnost stanovených postupů a kroků, které vedly k minimalizaci rizika [33].

6.3 Relative Ranking

Metoda Relative Ranking, v češtině známá jako Relativní klasifikace, se nachází na pomyslném pomezí analytické metody a analytické strategie. Své uplatnění nalézá v porovnávání vlastností jednotlivých činností či procesů. Z těchto srovnání potom určuje stanovisko, zda tyto aktivity jsou svým chováním natolik závažné, aby analytický tým provedl detailnější studii jejich výstupů. Relativní klasifikace je také používána při porovnávání návrhů umístění zařízení či procesů, což úzce souvisí s postupy štíhlé výroby, zejména pak s metodou Value Stream Mapping, neboli mapování hodnot toku. Tou se, mimo jiné, zjišťuje nejrychlejší, nebo nejvíce bezpečná možnost.

Relativní klasifikace má za úkol nalézt odpovědi na otázky související s procesem, mezi které řadíme, především z hlediska rizik, otázky typu „Kde může nastat porucha?“, „S jakou pravděpodobností může nastat?“ a především „Jaké by byly následky této poruchy?“.

Její podstata spočívá především v diskuzi, přezkoumání dokumentace a lokálním šetření. Jedná se tedy o metodu, která vychází ze zkušeností pracovníků, kteří jsou při jejím řešení potřeba. Pro její zpracování je výhodnější, když je realizována v diskuzi menšího týmu, neboť je potřeba brát zřetel na možnou nesprávnou klasifikaci. Za její nespornou výhodu lze považovat fakt, že je použitelná na kterýkoliv typ zařízení.

Srovnání je uskutečněno pomocí číselných hodnot, které vyjadřují relativní úroveň významu zdroje rizika. Může být spojeno s výstupem v podobě seznamu atributů, které mají podstatný vliv na vznik rizik. Tyto seznamy poté obsahují několik úrovní těchto zdrojů. Může být doplněna dalšími výstupy, jako jsou grafy, indexy, či stupnice faktorů [4, 33].

6.4 Checklist Analysis

Další metodou je Checklist Analysis, do češtiny přeloženo jako Analýza pomocí kontrolního seznamu. Jedná se o systematickou techniku, která používá seznam položek, úkolů a kroků, dle kterých ověřuje správnost a kompletnost zvoleného postupu.

Princip metody je postaven na základě předešlých znalostí, podle kterých je sestaven soupis všech potřebných kontrolních otázek. Ty jsou přeměněny v hodnotící kritéria, podle

kterých pak pracovník provede ověření stavu analyzovaného objektu. Je důležité, aby byly otázky stanoveny zcela jednoznačně a srozumitelně. Je vhodné, pokud na ně lze odpovědět „ano“ či „ne“, neměl by zde tedy vzniknout prostor pro dvojznačné nebo neúplné odpovědi. Zároveň je však možno vytvořit další sloupec seznamu s možným vložením případného komentáře.

Tuto techniku lze využít v široké škále oblastí, od předletové přípravy letadla (nebo posádky), přes kontrolní soupis položek v procesu výroby, zpracování havarijních plánů, až po zjištění souladu s předpisy a normami.

Typy kontrolních seznamů dle zařízení či objektů:

- přístroj;
- stroj;
- proces.

Velkou výhodou této metody lze nalézt v přehledném seznamu kritérií a odpovědím, které jednoznačně a rychle definují zjištěný stav. Je zároveň lepší, pokud je metoda řešena v týmu, s vedením zkušeného analytika. Vzhledem k rozdílnému použití metody lze najít vícero jejích modifikací, nicméně ty by vždy měly být v souladu s výše uvedeným [34, 35].

6.5 Safety review

Metoda, která je v literatuře označena i jako Safety Audit (obě lze přeložit jako Bezpečnostní kontrola), je metodický způsob. Zaměřuje se na identifikaci nebezpečí (popř. nebezpečné situace obecně) u daného systému.

Výhodou Bezpečnostní kontroly je možnost jejího použití v kterékoliv etapě procesního vývoje. U stávajícího strojního, či jakéhokoliv jiného zařízení, se provádí především prostřednictvím fyzických prohlídek. Podle velikosti jejího rozsahu, který byl buď předem stanoven, anebo byla zjištěna potřeba navýšení, se zařízení zkontroluje. Nejrychlejší technikou je pak především vizuální kontrola, kterou kontrolor provede. Musí však dbát na kvalitu provedení, neboť zanedbání může vést k fatálním následkům. Nejdůkladnějším způsobem vykonání kontroly je úplná kontrola zařízení, která může na delší časový úsek zaměstnat vícero pracovníků.

Kontroly jsou tedy určeny k vyhledání významných rizikových stavů či situací. Především pak k těm, které mohou vyústit ve velmi nebezpečné situace. Důslednost kontroly určuje především vedoucí týmu, který je obeznámen s místní situací a může tak zodpovědně zhodnotit její míru.

Po přezkoumání daného zařízení či situace je vyhotovena dokumentace, ve které je klasifikována míra rizika a zejména je zde pak představen návrh bezpečnostního opatření, který má za cíl předejít nežádoucímu stavu. Dalšími prvky je zpravidla určení odpovědnosti a termín provedení doporučené akce. Metoda je často používána v kombinaci s maticí pro odhad velikosti rizik nebo What-If analýzou [4, 36].

6.6 Fault Tree Analysis

Poměrně známou metodou, která je využívána po celé šíři průmyslového spektra, je Fault Tree Analysis. Existuje mnoho způsobů, kterými se tento název překládá do češtiny, jako např. Analýza stromu vad, Analýza stromu poruch, Analýza stromu chyb atd. Většina těchto překladů je způsobena nesprávným překladem anglického výrazu „fault“. Dle ČSN EN 61025:2007 je

nejpřesnějším překladem „poruchový stav“, z čehož plyne správný český název této metody „Analýza stromu poruchového stavu“.

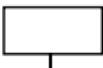
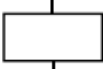

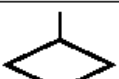



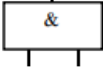

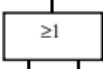

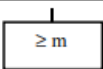
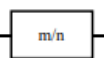

Tato norma se zároveň detailně věnuje jejímu popisu. Udává, že je možno použít tuto metodu k identifikaci a analýze faktorů, které buď přímo způsobují, nebo mohou způsobovat přítomnost tzv. vrcholové události (Top Event). Tou je především myšlena porucha, již zmíněný poruchový stav, snížení činnosti systému, bezpečnosti, popř. zhoršení ostatních provozních funkcí. Norma se tedy zabývá stanovením kroků při provádění analýzy, vymezuje výchozí principy, od identifikace vhodných způsobů poruch, až po popis značek, které jsou u této metody použity.

Často je využita zejména při analyzování rizikových stavů v elektrárnách, dopravních systémech apod. Je možno ji použít u takových systémů, u kterých je požadováno určení bezpečnosti jejich provozu. Lze ji taktéž použít pro analýzu pohotovosti a udržitelnosti.

Analýza stromu poruchových stavů vychází z graficky znázorněného modelu, který udává možné vztahy a kombinace poruch. Ty mohou být způsobeny buď chybou daného zařízení, nebo chybou lidského faktoru. Obě poté mohou způsobit vrcholovou událost, ke které se všechny poruchy vztahují a která je zkoumána.

Fault Tree Analysis se díky své propracovanosti řadí mezi metody, které jsou schopny popsat poruchové stavy velmi složitých systémů. Je spojena s detailním rozbořením částí systému a jeho rozdělení na základní prvky. Jejich činnost a složení může být popsáno v samostatné dokumentaci. Pro správné pochopení ze strany vykonavatele analýzy je však nezbytné rozumět úloze jednotlivých prvků v celém systému, ať už je dokumentace vypracována, nebo není.

Klíčovou částí je určení vrcholové události, která reprezentuje danou negativní skutečnost. Její definice musí být jednoznačná, jasná a nezaměnitelná. Následná sekvence menších dějů, které vedou k tomuto konečnému jevu, je propojena v tzv. poruchový strom. Ten je vyjádřen graficky a lze z něj vyzorovat vzájemné závislosti. Je sestaven tak, aby jednoznačně popsal takový sled událostí, které postupně vedou k události vrcholové. Využívá k tomu Booleanova logická hradla, kterých je celá řada a každé z nich nese určitý význam. Nejznámějšími jsou především AND a OR (a; nebo), které mají jak svou doporučenou podobu, tak alternativní, která se v praxi používá velmi často. Hradla provází celý strom až do nejnížší hladiny příčin uskutečnění hlavního jevu. Pro konkrétní představu je na další straně doplněn obrázek [37, 38].

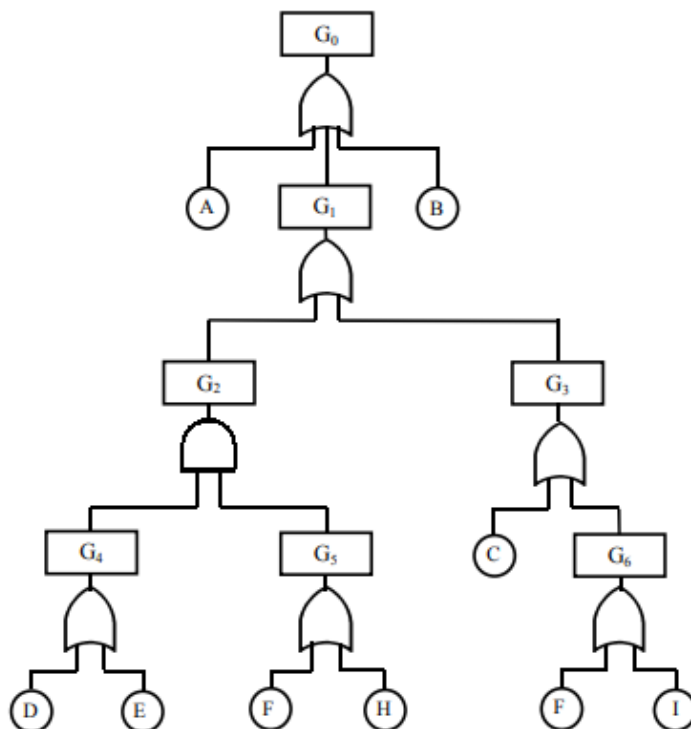
Doporučená značka	Alternativní značka	Název a popis
		Blok s názvem nebo popisem vrcholové události (TOP jevu).
		Blok s názvem nebo popisem události (jevu), případně s uvedením pravděpodobnosti výskytu (pokud se to požaduje).
		Základní (primární) událost – událost, která se dále nedělí.
		Nerozvíjená událost – událost, která není dále rozvíjena (zpravidla proto, že se to nepovažuje za nutné)
		Událost analyzovaná jinde – událost dále rozvíjena v jiném stromu poruch.
		Přenos do – událost definovaná kdekoli jinde ve stromu poruch.
		Přenos ven – opakovaná událost použitá kdekoli jinde ve stromu poruch.
		Hradlo AND (a) – událost nastane pouze tehdy, když současně nastanou všechny vstupní události.
		Hradlo OR (nebo) – událost nastane tehdy, když nastane kterákoliv vstupní událost, nebo jejich libovolná kombinace.
		Zálohovaná struktura – událost nastane tehdy, jestliže nastane minimálně m z n vstupních událostí.
		Hradlo INHIBIT (zdržení) – událost nastane pouze tehdy, když nastane vstupní událost a současně je splněna podmínka vyznačená uvnitř značky.

Obr. 7) Značky používané při sestavení stromu poruch [38]

Každé příčině je poté přiřazena pravděpodobnost výskytu (nastání jevu). Vzhledem k již sestavenému stromu událostí lze relativně snadno dopočítat pravděpodobnost události vrcholové. Hlavním problémem však bývá určení pravděpodobnosti příčin. Často se zde v praxi dbá na přihlídnutí k již uskutečněným událostem. Dá se tedy říci, že metoda vychází ze získaných zkušeností. Metodu lze řešit pomocí dvou způsobů – kvalitativního a kvantitativního řešení [37, 38].

6.6.1 Kvalitativní řešení

Ve své podstatě se jedná o algoritmus vymezení kritických řezů. Minimálním kritickým řezem se rozumí množina elementárních událostí, která je kritickým řezem a zároveň žádná z jejích vlastních podmnožin kritickým řezem není [37, 38].



Obr. 8) Ukázka stromu poruchových stavů [38]

Výše uvedený strom lze, mimo jiné, řešit právě metodou MKR, kdy se vychází z rovnice:

$$(1) G_0 = A + B + G_1$$

Postupným dosazováním jednotlivých prvků do této rovnice se lze dostat až na tvar:

$$(2) G_0 = A + B + \{(D + E) \cdot (F + H) + [C + (F + I)]\}$$

Tento tvar může být zjednodušen tak, aby vyjadřoval sjednocení průniku jevů:

$$(3) G_0 = A + B + C + F + I + D \cdot F + D \cdot H + E \cdot F + E \cdot H$$

Z této rovnice lze vyčíst soubor minimálních kritických řezů:

$$\Sigma \text{MKP} = \{A\}, \{B\}, \{C\}, \{F\}, \{I\}, \{D, H\}, \{E, H\}$$

Tato metoda nabývá na složitosti při zvyšujícím se počtu prvků, nicméně princip metody zůstává stále stejný. Je možno použít určité zjednodušení, např. využití metod, které se zabývají kritickým řezy jen do zvolené úrovně. Často se také využívá naprogramovaných softwarů, které zrychlují výpočet [37, 38].

6.6.2 Kvantitativní řešení

Další možností, jak strom poruchových stavů řešit, jsou metody kvantitativní analýzy. Ty je možno realizovat, pokud jsou uvedeny parametry spolehlivosti elementárních jevů. Nejznámější metodou je metoda přímého výpočtu. Ta však má své opodstatnění pouze v případě, kdy se elementární jev vyskytuje maximálně jednou v celém stromu poruch, není tak vhodná pro komplexnější systémy.

V takovém případě (a zároveň pro případy tak složité, že je již nevýhodné řešit úlohu bez pomoci softwaru) je využita metoda Monte – Carlo. Ta je schopna pracovat i se systémy, které obsahují několik tisíců prvků a které se zároveň mohou opakovat. Principem je generování

náhodných stavů pro jednotlivé prvky v jedné iteraci a posléze, na základě jejich stavu, lze definovat úplný stav systému. Takto je vícekrát postupováno až po závěrečné podělení počtu iterací, které způsobily poruchový stav systému, celkovým počtem iterací. Z toho potom plyne celková pravděpodobnost selhání systému [38].

6.7 Failure Mode and Effect Analysis

Metoda FMEA, která je v češtině známá jako Analýza způsobů a důsledků poruch, je strukturovaná kvalitativní analýza, řadící se mezi metody prediktivní analýzy spolehlivosti. Byla vyvinuta v 60. letech minulého století agenturou NASA, kdy jí bylo využito při konfiguraci vesmírného projektu Apollo. Poté postupně pronikla do ostatních odvětví, kde je velmi často využívána i dnes. Lze díky ní analyzovat procesy jako je lidská činnost, popř. počítačový software. Nejčastěji je řešena jako projekt, který je zpracováván ve více lidech, čímž se vytvoří tým. Dělí se na systémovou, konstrukční a procesní analýzu. Existuje i rozšíření klasické metody FMEA, které se nazývá Failure Mode, Effects and Criticality Analysis (FMECA), což je ve své podstatě FMEA doplněná o analýzu kritičnosti, která popisuje závažnost následků poruchových stavů a četnosti jejich výskytů.

Použití metody FMEA s sebou přináší celou řadu výhod:

- Poskytuje systematický postup pro pochopení fungování analyzovaného systému;
- Identifikuje možné poruchy, určuje jejich důsledky, navrhuje prevenci;
- Poskytuje věcné podklady pro opatření v provozu;
- Snižuje ztráty;
- Zkracuje dobu vývoje;
- Ohodnocuje riziko;
- Stanovuje priority.

Postup analýzy způsobů a důsledků poruch popisuje ČSN EN 60812:2007. Je však důležité poznamenat, že existuje nepřeberné množství modifikací této metody. V podstatě každá firma si ji upravuje k obrazu svému, s přihlédnutím na své specifické podmínky, což lze přičíst jako její další výhodu. Některé modifikace se od sebe zcela zjevně liší, některé prakticky vůbec. Obecně však má stanovený rámec, který by měl být dodržen.

Její postup je rozdělen do třech kroků [38]:

- Přípravná část;
- Vlastní FMEA;
- Vyhodnocení.

6.7.1 Přípravná část

Primární úsek metody je přípravná část. V ní je zabezpečeno shromáždění veškeré přípravné dokumentace, která zahrnuje potřebné informace. Dále stanovuje cíle a plán dle kterého bude provedena. Je doporučeno, aby byl systém vyjádřen v grafické podobě, což pomůže pochopení souvislostí v jeho jednotlivých procesech. Je důležité, aby byla správně zvolena nejnižší úroveň prvků, které je možno dále popisovat. Důsledky jejich poruchy dále ovlivňují všechny prvky, které jsou nad touto úrovní.

Pro stanovení nejnižší úrovně prvků je třeba vzít do úvahy:

- Složitost systému;
- Cíle analýzy;

- Zamýšlenou podrobnost analýzy;
- Dostupnost informací a podkladů;
- Možnosti softwaru;
- Možnost symbolického modelování funkcí systému.

6.7.2 Vlastní FMEA

Všechny prvky systému jsou v této fázi systematicky prozkoumávány. Jsou prováděny především tyto kroky:

- Identifikace způsobů poruch, jejich příčin a důsledků;
- Postupy pro izolaci těchto poruch;
- Posouzení významu poruch.

Výstupem této části je poté kvalitativní zhodnocení míry spolehlivosti analyzovaného systému. To je uvedeno v tabulce, ve kterém je sepsán seznam předpokládaných prvků, které se mohou porouchat, včetně jejich důsledků a dalších informací [38].

6.7.3 Vyhodnocení analýzy

Na závěr je přistoupeno k závěrečnému zhodnocení, které se porovná s normou, popř. předpisy. To má za cíl přijmout adekvátní nápravné opatření.

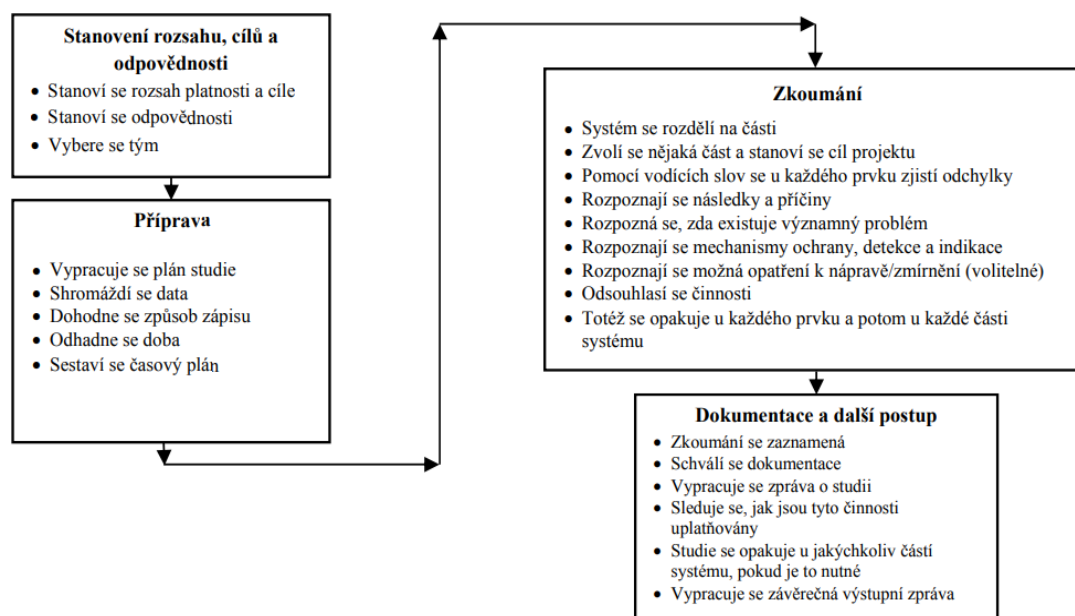
Pro každou poruchu se navrhnou takové, které vedou [38]:

- k minimalizaci úrovně kritičnosti důsledků poruch;
- k minimalizaci pravděpodobnosti vzniku poruchy;
- ke kompletnímu odstranění příčin poruch.

6.8 Hazard and Operability Analysis

Analýza nebezpečí a provozuschopnosti, známá pod zkratkou HAZOP, je strukturovaná technika (postup), který má za cíl minimalizovat potenciální rizika a jejich důsledky. Byla vyvinuta v britské společnosti Imperial Chemical Industries a spočívá v predikci rizika a jeho pravděpodobného výskytu. Nachází široké uplatnění po celé šíři průmyslového spektra, nejčastěji pak v energetickém průmyslu. Metoda je poměrně sofistikovaná a časově i znalostně náročná. její aplikaci by proto měli vést zkušení odborníci.

Jedním z klíčových prvků je správné vedení dokumentace (pracovního výkazu). Ten je sestaven z několika položek, které dohromady vykazují kompletní informace o daném systému, jeho rizika a určená bezpečnostní opatření.



Obr. 9) Postup při použití metody HAZOP [39]

Tab 2) Příklad pracovního výkazu obráběcího stroje

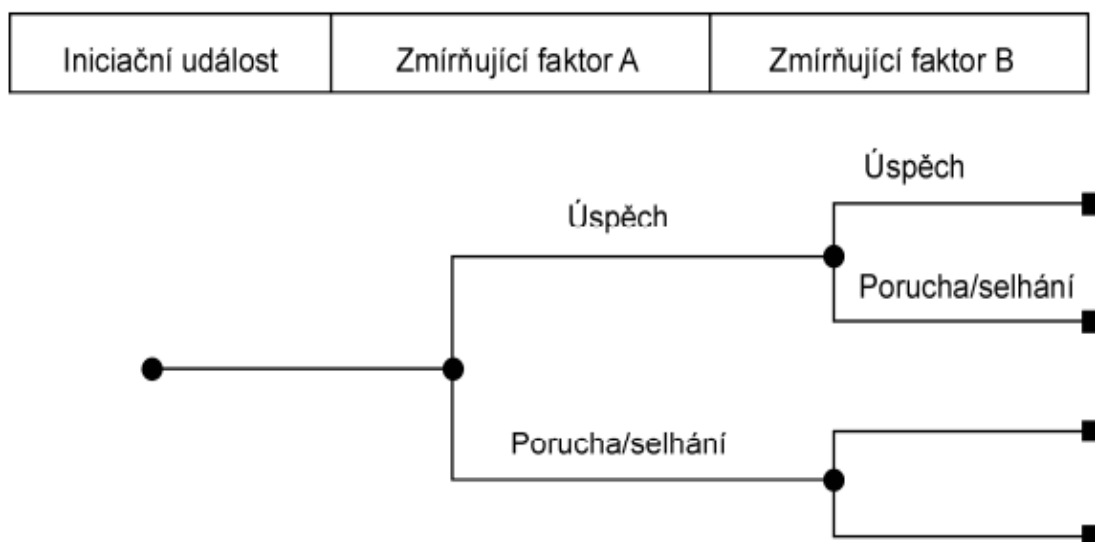
ANALÝZA HAZOP OBRÁBĚCÍHO STROJE					
ČÍSLO	ODCHYLKA	PŘÍČINA	DŮSLEDEK	BEZPEČNOSTÍ OPATŘENÍ	KOMENTÁŘ
1	Větší vibrace při obrábění materiálu	Nedostatečné upnutí materiálu	Nepřesně obrobený materiál Uvolnění obrobku a jeho vymrštění	Požadavek dvojité kontroly správného upnutí obráběného materiálu; Požadavek zaprotokolování této kontroly do dokumentace (včetně podpisu)	Nepřijatelná situace
2	Příliš vysoká či příliš nízká rychlost otáčení	Špatně nastavená rychlost otáček	Nepřesně obrobený materiál Rychlé otupení obráběcích nožů	Vypracování tabulky doporučených rychlostí otáček pro daný obráběcí stroj; Požadavek zaprotokolování nastavené hodnoty otáček do dokumentace	Neuspokojivá situace

6.9 Event Tree Analysis

Event Tree Analysis, v českém překladu analýza stromu událostí, je postup, který v mnohém připomíná metodu Failure Tree Analysis, liší se však zásadní skutečností. FTA sleduje selhání prvku (systému), zatímco ETA sleduje události vedoucí k poruše. Často se však používá jejich kombinace. Je založena na poměrně jednoduchých matematických principech, nicméně její správné použití je podmíněno značnou mírou zkušeností pracovníka. Jedná se o techniku modelování teoretických výstupů, které by mohly nastat při existenci iniciační události, dále zahrnuje postup identifikace a zhodnocení pravděpodobnosti výskytu.

Podobně jako při metodě FTA je využito grafického výstupu, tudíž i zde dochází k požadavku dodržení stanovených symbolů a značek, jejich podobu lze nalézt v ČSN EN 62502:2011, která tuto techniku popisuje. Od stanovené iniciační události se postupuje dále dle otázky „co nastane, když ...“, z čehož postupně vznikne tzv. rozhodovací strom. Do něj se zařazují zmírňující faktory, které mohou ovlivnit postup iniciační události a které mají za cíl minimalizovat možné následky. Může to být např. použití bezpečnostních ventilů, hasících přístrojů, použití alarmu apod. Zmírňující faktory by měly být vymyšleny a sestaveny v návaznosti na předchozí zkušenosti s problémem. Je proto doporučeno pracovat v týmu techniků, kteří jsou pro sestavení kvalifikovaní a jsou obeznámeni s konkrétním problémem.

Použití zmírňujících faktorů může vyústit buď v úspěšný výsledek, nebo k poruše. Je nutno uvážit, zda je zamýšlený zásah závislý na úspěšném zásahu ostatních faktorů. Každé iniciační události je takto přiřazeno několik možných výstupů. Ty jsou poté analyzovány a zkoumány s přihlédnutím na pravděpodobnost jejich výskytu. Jako konečný krok je převedení výsledků analýzy na nutné zásahy.



Obr. 10) Příklad rozhodovacího stromu metody ETA [40]

Mezi výhody této metody patří především [40]:

- použitelnost na všechny typy systémů;
- logický grafický výstup;
- posouzení více současných poruchových stavů systému nebo poruch;
- určení koncových událostí, které by nemusely být předem predikovány;
- rozklad složitých systémů na menší části.

7 ANALÝZA RIZIK VÝROBNÍHO STROJE

Analýza rizik této diplomové práce je zaměřena na strojní zařízení MCV 754 Quick. Jedná se o CNC obráběcí centrum, které je vyrobeno firmou KOVOSVIT MAS, a.s. Tato česká firma, sídlící v Sezimově Ústí, je předním výrobcem multifunkčních obráběcích strojů. Sama společnost považuje za svůj vznik červen 1938, kdy byla v tomto městě zahájena výstavba Baťových závodů. Po několika změnách, jak ve struktuře podniku, tak v modifikacích názvu se firma ustálila do nynější podoby, kdy v současné době zaměstnává zhruba 600 zaměstnanců. Výroba je zde ze 60 % zaměřena na multifunkční a pětiosé stroje (Hi-tech), zbývajících 40 % poté tvoří standardní CNC obráběcí centra a soustruhy. Firma se snaží prosadit i na zahraničním trhu, kromě států v rámci Evropské unie jsou obchodní příležitosti hledány v Indii, Turecku, Číně nebo v Americe. Její produkty míří ze zhruba 20 % do automobilového průmyslu, dalších 20 % putuje do energetického odvětví a zhruba polovina všech produktů nachází uplatnění v těžebním, železničním či zbrojařském průmyslu [41].

Zvolený stroj MCV 754 Quick je jeden ze sedmi vertikálních obráběcích center řady MCV, které společnost produkuje. Vedle něj lze v nabídce firmy nalézt stroje jako např. MCV 800 CLEVER, MCV 1016 BaseLine, MCV 1000, či MCV 1270. Za příbuznou větev se dá považovat výrobní linie MMC, což jsou pro změnu portálová obráběcí centra, nicméně zde nabídka uvádí pouze jeden stroj a to MMC 1500 [42].



Obr. 11) Vertikální obráběcí centrum MCV 754 Quick [43]

7.1 Specifikace strojního zařízení

MCV 754 Quick je vertikální tříosé obráběcí CNC centrum, které se vyznačuje vysokou pracovní přesností. Ta je zajištěna lineárním a valivým vedením os X, Y, Z. Přímé odměřování poté vyústí v rychlé a přesné polohování. Je zde možnost použití moderních výkonných nástrojů, které mají vysokotlaké středové chlazení. Výměna nástrojů, která bývá důležitým bodem při dodržování metod štíhlé výroby v dnes již drtivě většině vysoce produktivních společností, je zajištěna automaticky. Vysokou rychlost výměny zde zajišťuje zásobník nástrojů s mechanickou rukou na 24 poloh. Pro současné potřeby ÚVSSR zde sice rychlost výměny nehraje až tak zásadní roli, nicméně možnost rychlé, automatické výměny ukazuje na vysokou konkurenceschopnost samotného stroje na trhu vertikálních obráběcích center.

Při navrhování layoutu výrobní haly (rozmístění pracovních strojů) lze vzít do úvahy relativně malý zástavbový prostor stroje, který činí 2320, 2590 a 2560 mm (d x š x v). Mezi další výhody pak patří účinné odstraňování třísek, které napomáhá přesnosti a vysoké kvalitě obráběcího procesu. Na bezpečnost pracovníka, což je zároveň stěžejní téma této diplomové práce, je konstrukčně nahlíženo velmi zodpovědně prostřednictvím vodotěsného, kabinového zakrytí pracovního prostoru.

Jak již bylo zmíněno, velkou předností tohoto obráběcího centra je možnost čtyř a pětiosého obrábění, čehož se dosáhne využitím přídatného otočného a sklopného stolu. Mezi základní parametry, na které zákazník dále dbá je výkon vřetena, který je od výrobce stanoven maximální hranicí 9 kW, a také otáčky vřetena, kde je schopno dosáhnout hodnoty až 10 000 otáček za minutu. Řídící systémy jsou možné dva, HEIDENHAIN iTNC530 HSCI a SIEMENS SINUMERIK 840D sl.

CNC obráběcí centrum MCV 754 QUICK je možno využít jak v kusové, tak sériové výrobě. Je schopen provádět řadu obráběcích operací, frézování, vrtání, vyvrtávání, vystružování nebo řezání závitů. Je schopen obrobit materiály z litin, ocelí, neželezných (barevných) kovů, popř. plastických hmot. Obrábění ostatních materiálů, jako např. dřevo či lehké barevné kovy je možné pouze s předchozím projednáním s výrobcem stroje, neboť je z hlediska bezpečnosti nutno vyřešit způsob odvádění třísek z pracovního prostoru. Konzultovány jsou především specifické možnosti pro odsávání, způsobu filtrace chladicí kapaliny, popř. separace plovoucích třísek [44, 45].

7.2 Hlavní technické parametry

Tabulka č. 3 popisuje hlavní technické parametry MCV 754 Quick.

Tab 3) Hlavní technické parametry zvoleného strojního zařízení [45]

HLAVNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY		
Položka	Hodnota	Jednotka
Upínací plocha stolu	1 000 x 500	mm
Šířka a rozteč T-drážek	18 x 125	mm
Počet T-drážek stolu	3	-
Největší délka dráhy stolu (X)	754	mm
Největší délka dráhy sání (Y)	500	mm
Největší délka dráhy vřetena (Z)	550	mm
Max. hmotnost zatížení stolu	400	kg
Max. rozměr obrobku	754 x 500 x 310	mm
Rozměry (d x š x v)	2 320 x 2 590 x 2 560	mm
Hmotnost stroje	4 000	kg
VŘETENO		
Kuželová dutina vřetena	40	ISO
Průměr vřetena pro ložisko	70	mm
Vzdálenost vřetene od upínací plochy stolu	100 - 650	mm
Otáčky vřetena - rozsah	20 – 10 000	min ⁻¹
Změna otáček	plynule měnitelné	-
Upínací síla nástroje	10 000	N
POSUV		
Pracovní posuv X, Y, Z	1 – 30 000	mm.min ⁻¹
Rychloposuv X, Y, Z	30	m.min ⁻¹
MOTOR		
Jmenovitý výkon motoru vřetena	9/13	kW
Jmenovité otáčky	1500	min ⁻¹
Jmenovitý kroutící moment	57/83	Nm

7.3 Analýza požadavků relevantních norem

České technické normy se nepovažují za obecně závazné, jak uvádí Zákon č. 22/1997 Sb. Díky tomu se lze v praxi vydat několika směry, které však nejsou normami doporučené. Může však vzniknout povinnost řídit se požadavky, které normy uvádějí. Takové případy nastanou tehdy, pokud vznikne závazek ze strany právního aktu [46, 47, 48].

Právní akt může být [48]:

- Právní předpis – harmonizační právní předpisy EU;
- Smlouva – pokud to smlouva uvádí, např. „dokumentace bude navržena ve shodě s ČSN“, „výroba bude provedena ve shodě s ČSN“ apod.;
- Rozhodnutí správního orgánu.

Ačkoliv použití norem tedy není povinné, je doporučeno uživatelům jejich dodržování. V případě, že se uživatel rozhodne nevztít normu jako závaznou, musí prokázat, že výrobek splňuje požadavky na bezpečnost, funkčnost a má potřebnou technickou úroveň.

Soustava českých technických norem je tvořena [46]:

- původní české technické normy;
- evropské či mezinárodní normy přejaté překladem;
- evropské či mezinárodní normy přejaté v původním jazyce, popřípadě přejaté schválením k přímému používání.

Od 1. 1. 2018 zabezpečuje šíření technických norem Česká agentura pro standardizaci, kterou k tomu opravňuje stát na základě zákona č. 265/2017 Sb [48].

Jak již bylo uvedeno v předchozích kapitolách, harmonizované normy jsou takové normy, ke kterým byl zveřejněn odkaz v Úředním věstníku EU ve vztahu k jedné, popř. více evropským směrnicím. Česká technická norma se stane harmonizovanou, pokud plně přijme evropskou normu nebo harmonizační dokument. Harmonizovanou evropskou normou se rozumí norma, která byla vytvořena evropskými normalizačními organizacemi, popřípadě ta, která byla vybrána z existujících norem a uznána jako norma, která podporuje požadavky směrnice EU. Tyto normy se považují za nezávazné [47].

Strojní zařízení bylo vyrobeno v souladu s těmito normami a směrnicemi [49]:

- ČSN EN 12417+A2:2009 (EN 12417+A2:2009);
- ČSN EN ISO 12100:2011 (EN ISO 12100:2010);
- ČSN EN 954-1:1998 (EN 954-1:1996);
- ČSN EN 349+A1:2008 (EN 349+A1:2008);
- ČSN EN 1088+A2:2008 (EN 1088+A1:2008);
- ČSN EN 60204-1-ed.2:2007 (EN 60204-1:2006);
- ČSN EN 6100-6-2-ed.3:2006 (EN 6100-6-2-ed.3:2005);
- ČSN EN 6100-6-4-ed.3:2006 (EN 6100-6-4-ed.3:2007);
- ČSN EN 12840:2001 (EN 12840:2001);
- ČSN EN 12415:2001 (EN 12415:2000);
- ČSN EN 12717+A1:2009 (EN 12717:2001+A1:2009);
- Směrnice č. 2006/42/ES (NV č. 176/2008 Sb.);
- Směrnice č. 2006/95/ES (NV. č. 17/2003 Sb.);
- Směrnice č. 2004/108/ES (NV. č. 616/2006 Sb.).

K datu vydání této práce se na používané strojní zařízení vztahují především normy uvedené v tabulce 4).

Tab 4) Normy vztahující se na analyzované strojní zařízení

Norma	Typ normy
ČSN EN ISO 16090-1:2019	C
ČSN EN ISO 14120:2017	B2
ČSN EN ISO 19353:2017	B1
ČSN EN ISO 13849-2:2013	B
ČSN EN 62061:2005	B
ČSN EN 61496-1 ed. 3:2014	B
ČSN EN ISO 13855:2010	B
ČSN EN ISO 14118:2019	B
ČSN EN ISO 13857:2008	B
ČSN EN 614-1+A1:2009	B
ČSN EN ISO 21469:2006	B
ČSN EN ISO 12100:2011	A
ČSN EN 349+A1:2009	A
ČSN EN 60204-1 ed.2:2007	A

Ve vztahu k vybranému stroji a k následnému zvolenému postupu v této práci je potřeba zanalyzovat požadavky ČSN EN ISO 16090-1:2019, která nově ruší ČSN EN 12417+A2:2009. Jedná se o normu typu C, tudíž má nejvyšší možnou důležitost. V porovnání s normami typu A a B má před nimi přednost [30].

Tyto dvě normy budou krátce uvedeny a poté srovnány.

7.3.1 ČSN EN 12417+A2:2009

Norma ČSN EN 12417+A2:2009 Bezpečnost obráběcích strojů a tvářecích strojů – Obráběcí centra ze září 2009 byla po 10 let zásadní normou pro obráběcí centra, tedy i pro MCV 754 QUICK. Tato norma se zabývala především ochranou obsluhy a dalších osob před kontaktem s pohyblivými se reznými nástroji ve vřetenu.

Specifikovala také bezpečnostní požadavky pro osoby zabývající se konstrukcí, výrobou a dodáváním obráběcích center, dále zařízení pro přemístění obrobků. Brala do úvahu předpokládané použití, včetně logicky předvídatelného nesprávného použití a další manipulace se strojem, jako je seřizování, čištění a údržba [50].

Norma tedy popisovala prostředky k omezení rizika pro obsluhu (a jiné osoby jemu vystavené) pro stroje, které byly vyrobeny po datu jejího vydání. Stroj MCV 754 QUICK byl vyroben 2012, výrobce tedy při výrobě musel dbát na splnění této normy.

Z právního pohledu je tato norma již zrušená, neboť (jak již je uvedeno výše) byla nahrazena normou ČSN EN ISO 16090-1:2019 [30].

7.3.2 ČSN EN ISO 16090-1:2019

Norma ČSN EN ISO 16090-1:2019 Bezpečnost obráběcích strojů - Obráběcí centra, Frézky, Postupové stroje - Část 1: Bezpečnostní požadavky vstoupila v účinnost 1. 6. 2019. Jedná se tedy o nově vzniklou normu, která je českou verzí evropské normy EN ISO 1090-1:2018, která vyšla v říjnu minulého roku. Má stejný status jako oficiální verze [30].

Je zásadní normou pro všechny výrobce či provozovatele strojů, které jsou uvedeny v jejím názvu.

Nahrazuje tyto normy [30]:

- ČSN EN 12417+A2:2009 Bezpečnost obráběcích strojů a tvářecích strojů – Obráběcí centra;
- ČSN EN 13128+A2:2009 Bezpečnost obráběcích strojů a tvářecích strojů – Frézky (včetně vyvrtávaček);
- ČSN EN 14070+A1:2009 Bezpečnost obráběcích strojů a tvářecích strojů – Postupové a jednoúčelové stroje.

Jelikož se další část této práce bude týkat změn, které přinesla ČSN EN ISO 16090-1:2019 (dále bude pro tuto normu používán termín „nová norma“), bude dbán zřetel na odlišnosti, které uvádí oproti ČSN EN 12417+A2:2009 (dále bude pro tuto normu používán termín „zrušená norma“).

V kapitole 3.1 jsou uvedeny nové definice, které ve zrušené normě chybí, popřípadě byly přepracovány.

V kapitole 3.2 je uvedeno rozdělení strojů do čtyřech skupin, což zrušená norma, vzhledem ke svému jednoznačnému zaměření pouze na obráběcí stroje, nerozlišuje.

S přihlédnutím na použití strojů a relevantní nebezpečí jsou stroje rozděleny dle následující tabulky.

Tab 5) Rozdělení strojů do skupin [30]

Číslo skupiny	Název skupiny
1	Manuálně ovládané vyvrtávací a frézovací stroje bez numerického ovládání
2	Manuálně ovládané vyvrtávací a frézovací stroje s omezenou schopností numerického ovládání
3	Numericky ovládané vyvrtávací, frézovací a obráběcí centra
4	Postupové a jednoúčelové stroje

V kapitole 3.2.3 je uvedena definice strojů skupiny č.3 jako „numericky ovládané stroje schopných pohybu v několika osách“.

Analyzovaný stroj tedy spadá do skupiny č.3 [30].

7.3.3 Seznam významných nebezpečí

V kapitole 4 je uveden seznam významných nebezpečí, který se nachází (pod stejným číslem kapitoly) i ve zrušené normě. Seznam nové normy uvádí několik dalších nebezpečí, které doposud nebyly představeny.

V kapitole 4.2 jsou uvedeny hlavní nebezpečné oblasti:

- Pracovní prostory s pohybujícími se vřeteny a obrobky, upínacími komponenty pro obrobky, měniči nástrojů atd.;
- Manipulační zařízení pro ustavení/vyjmutí obrobku;
- Zásobníky nástrojů;
- Blízké okolí místa tvorby třísky;
- Převodovky;
- Kuličkové šrouby (pro skupiny 2, 3, 4);
- Lineární a rotační jednotky.

V kapitole 4.3 je uveden souhrnný seznam významných nebezpečí. Oproti normě ČSN EN 12417+A2:2009 byla změněna tato nebezpečí uvedená v následující tabulce [30].

Tab 6) Seznam pozměněných významných nebezpečí a nebezpečných situací [30]

Číslo kapitoly	Příklady nebezpečí a nebezpečných situací	Příklady operací, nebezpečných situací a nebezpečných prostorů u frézek	Možné důsledky	Relevantní kapitola normy
3 Tepelné nebezpečí				
3.1	Předměty nebo materiály s vysokou/nízkou teplotou	Vymrštění horkých úlomků nebo obrobků během operace frézování při zdržení se v a/nebo blízkosti stroje	Nebezpečí popálení, omrzlin	5.6
3.2	Exploze		Nebezpečí popálení, pádu a naražení	5.6 Příloha E Příloha F
3.3	Plamen		Nebezpečí popálení	5.6 Příloha E Příloha F
4 Nebezpečí způsobená hlukem				
4.1	Výrobní procesy a pohybující se elementy	Vibrace nástroje a/nebo pracovního materiálu během procesu, řízení a přechodových elementů, během stání blízko stroje, čištění pomocí vzduchu	Trvalá ztráta sluchu; Nebezpečí spojená s interferencí s komunikací nebo akustikou	5.4

Číslo kapitoly	Příklady nebezpečí a nebezpečných situací	Příklady operací, nebezpečných situací a nebezpečných prostorů u frézek	Možné důsledky	Relevantní kapitola normy
5 Nebezpečí vibrací				
5.1	Vibrující elementy	Přenos vibrací z obráběcího procesu na operátora	Nepohodlí; Neurologická porucha	5.7
6 Nebezpečí způsobená zářením				
6.1	Nízko a vysokofrekvenční elektromagnetické záření	U elektrického vybavení, zvláště během nastavování nebo údržby	Nebezpečí popálení	5.5
6.2	Optická radiace, včetně laseru	U měřicího vybavení, zvláště během nastavování nebo údržby	Zranění zraku a kůže	5.5
7 Nebezpečí způsobená materiály a látkami				
7.2	Kapaliny	Kontakt kůže s chladicí kapalinou během stání u stroje nebo v jeho blízkosti	Poškození kůže	5.6
8 Ergonomická nebezpečí				
8.5	Opakované aktivity	U ovládacích prvků během manipulace; Neadekvátní nároky vzhledem k anatomii těla během výměny obrobku nebo nástroje; Neadekvátní nároky k postoji během údržbových operací	Únava; Motivace k porušení vybavení bezpečnostní ochrany	5.4 5.7

7.4 Checklist Analysis pro MCV 754 Quick

Pro analýzu rizik stroje MCV 754 QUICK byla vybrána metoda Checklist Analysis, z důvodu své vhodnosti pro řešení otázky splnění požadavků normy. Pokud by byl stroj teprve vyráběn a analýza rizik by se týkala především jeho konstrukce, tak by byla vybrána metoda FMEA. Ta by se vzhledem ke své povaze v dané situaci jevila jako nejvhodnější.

Jelikož se nejedná o nový stroj, není vhodné převzít exaktní podobu metody Checklist, tedy s nabídnutou kolonkou pro pouhé zaškrtnutí, zda daná položka vyhovuje. Zároveň je

přesnější a přehlednější, pokud nabízí i konkrétní komentáře, které danou položku blíže popisují. Z těchto důvodů bylo rozhodnuto pro modifikaci této metody.

Celý Checklist vychází z aktuální normy ČSN EN ISO 16090-1:2019 Bezpečnost obráběcích strojů - Obráběcí centra, Frézky, Postupové stroje - Část 1: Bezpečnostní požadavky. Jak již bylo uvedeno výše, jedná se o normu typu C. Zabývá se detailními bezpečnostními požadavky pro tento stroj.

Tato norma obsahuje požadavky také na jiné typy strojních zařízení. Při vypracování Checklistu byly zpracovány pouze požadavky vztahující se na typ posuzovaného strojního zařízení, proto nejsou některé kapitoly řešeny.

Zároveň je třeba uvést, že Checklist nemůže být (vzhledem k zachování přehlednosti) přepisem jakékoliv normy a udávat tak požadavky v plném znění. Pokud to bylo možné, ve sloupci „Požadavek“ byl přepsán alespoň rámcový požadavek zmiňované normy ČSN EN ISO 16090-1:2019. Pokud z praktických důvodů nebylo možné ani tohoto zápisu, pak je v tomto sloupci odkazováno na konkrétní požadavky na položky v podobě odkazových písmen, které korespondují se zněním normy.

Při vypracování Checklistu bylo pracováno s kompletním zněním normy.

Tab 7) Checklist pro výrobní strojní zařízení MCV 754 QUICK [30]

Číslo položky	Název položky	Požadavek	Komentář
1	Obecné požadavky	Strojní zařízení by mělo být v souladu s kapitolou 5 a v souladu s ISO 12100:2010	Provedena vizuální inspekce, test funkčnosti a kontrola dokumentace, Stroj vyhovuje uvedeným požadavkům bez výhrad
Požadované charakteristiky ochranných krytů			
2	Obecné požadavky na ochranné kryty	Pracovní zóna by měla být během operací uzavřena; Ochranné kryty musí být v souladu s ISO 14120	Provedena kontrola dokumentace; Zjištěna překročená životnost polykarbonátového skla
3	Pevné ochranné kryty	Strojní zařízení by mělo splňovat požadavky a – c	Provedena vizuální inspekce a kontrola dokumentace; Stroj vyhovuje uvedeným požadavkům bez výhrad

Číslo položky	Název položky	Požadavek	Komentář
4	Pohyblivé ochranné kryty s blokováním	Pohyblivé zajištěné kryty by měly být v souladu s ISO 14119	Provedena vizuální inspekce a test funkčnosti, Stroj vyhovuje uvedeným požadavkům bez výhrad
Strojně poháněné pohyblivé ochranné kryty pro přístup uživatele			
5	Obecné požadavky	Požadavky uvedené v kapitole 5.1.3.1	Provedena vizuální inspekce; Stroj vyhovuje uvedeným požadavkům bez výhrad
6	Automatický pohyb iniciován ovládacím systémem	Strojní zařízení by mělo splňovat požadavky a, b	Proveden test funkčnosti; Stroj vyhovuje uvedeným požadavkům bez výhrad
7	Ruční strojově ovládané pohyblivé ochranné kryty	Strojní zařízení by mělo splňovat požadavky a – c	Provedena vizuální inspekce a test funkčnosti; Stroj vyhovuje uvedeným požadavkům bez výhrad
Ochranná opatření pro skupinu 3			
8	Přístup do pracovní zóny	Zvolené kryty by měly být v souladu s ISO 12100:201; Pracovní zóna by měla být během operací uzavřena pevnými a/nebo pohyblivými kryty	Provedena vizuální inspekce a test funkčnosti; Stroj vyhovuje uvedeným požadavkům bez výhrad
9	Charakteristiky ochranných krytů, specifické požadavky	Strojní zařízení by mělo splňovat požadavky a – d	Provedena vizuální inspekce a test funkčnosti; Elektromagnetické zámky by neměly být odmontovatelné pomocí běžného nářadí

Číslo položky	Název položky	Požadavek	Komentář
MSO strojních operací			
10	Obecné požadavky	Uvedena tabulka, kde je zobrazen přehled MSO pro jednotlivé skupiny; Pro skupinu 3 povinné MSO 1,2	Provedena vizuální inspekce a kontrola dokumentace; Stroj vyhovuje uvedeným požadavkům bez výhrad
11	Požadavky pro systém volby MSO	Strojní zařízení by mělo splňovat uvedené požadavky a – d	Provedena vizuální inspekce a kontrola dokumentace; Stroj vyhovuje uvedeným požadavkům bez výhrad
12	Režim bezpečného provozu 1: Automatický režim (MSO 1)	Strojní zařízení by mělo splňovat uvedené požadavky a – e	Proveden test funkčnosti; Stroj vyhovuje uvedeným požadavkům bez výhrad
MSO 2: Seřizovací režim			
13	Základní specifikace	Při změně z jakéhokoli módu na MSO 2 by měl být pracovní cyklus nejprve přerušen a poté by měl být zamezen přístup do pracovní zóny; Další požadavky	Proveden test funkčnosti; Uvedený požadavek je při přepnutí do módu MSO 2 splněn; Další požadavky splněny bez výhrad
14	Rozsah funkcí	Strojní zařízení by mělo splňovat uvedené požadavky a – g	Proveden test funkčnosti; Stroj vyhovuje uvedeným požadavkům bez výhrad
15	Režim bezpečného provozu, servis (MSO servis)	Strojní zařízení by mělo splňovat uvedené požadavky a – f	Proveden test funkčnosti; Stroj vyhovuje uvedeným požadavkům bez výhrad

Číslo položky	Název položky	Požadavek	Komentář
16	Značky pro MSO	Pro identifikaci jednotlivých MSO módů by mělo být použito uvedených symbolů	Provedena vizuální inspekce; Stroj disponuje požadovanými symboly, bez výhrad
Volitelné nebo další vybavení frézek			
17	Stroje vybavené zásobníkem nástrojů	Strojní zařízení by mělo splňovat uvedené požadavky a – g	Provedena vizuální inspekce; Stroj vyhovuje uvedeným požadavkům bez výhrad
18	Stroje vybavené výměníkem nástrojů	Strojní zařízení by mělo splňovat uvedené požadavky a – f	Provedena vizuální inspekce; Stroj vyhovuje uvedeným požadavkům bez výhrad
19	Specifické požadavky vyplývající z elektrických nebezpečí	Strojní zařízení by mělo splňovat uvedené požadavky a – h	Provedena kontrola dokumentace; Stroj vyhovuje uvedeným požadavkům bez výhrad
20	Specifické požadavky vyplývající z nebezpečí hluku	Uvedené požadavky se týkají konstruování strojního zařízení; Odkaz na přílohu K	Provedena kontrola dokumentace; Stroj není při používání hlukný, měření proto neshledáno nutným
21	Specifické požadavky vyplývající z nebezpečí záření	Strojní zařízení by mělo splňovat uvedené požadavky a – c	Provedena kontrola dokumentace; Stroj vyhovuje uvedeným požadavkům bez výhrad

Číslo položky	Název položky	Požadavek	Komentář
Specifické požadavky plynoucí z materiálových nebo látkových rizik			
22	Požadavky plynoucí z biologických nebo mikrobiologických nebezpečí	Strojní zařízení by mělo splňovat uvedené požadavky a – k	Provedena vizuální inspekce a kontrola dokumentace; Chybí zaoblené rohy ve vaně
23	Specifické požadavky plynoucí z nebezpečí zanedbání ergonomických zásad	Strojní zařízení by mělo splňovat uvedené požadavky a – f	Provedeno měření; Zjištěno nedostatečné osvětlení, mělo by být alespoň 500 lx, naměřeno 163 lx
Specifické požadavky vyplývající z nebezpečí neočekávaného spuštění, přeběhu nebo překročení rychlosti			
24	Obecné požadavky	Strojní zařízení by mělo splňovat uvedené požadavky a – e	Provedena vizuální inspekce a kontrola dokumentace; Stroj vyhovuje uvedeným požadavkům bez výhrad
25	Spuštění	Strojní zařízení by mělo splňovat uvedené požadavky a – c	Provedena vizuální inspekce a test funkčnosti; Stroj vyhovuje uvedeným požadavkům bez výhrad
26	Normální zastavení	Strojní zařízení by mělo být vybaveno prostředkem pro kompletní zastavení splňující IEC 60204-1:2009 Mělo by mít prioritu před ovládáním startu	Provedena vizuální inspekce a test funkčnosti; Stroj je vybaven odpovídajícím prostředkem

Číslo položky	Název položky	Požadavek	Komentář
27	Nouzové zastavení	Strojní zařízení by mělo být vybaven alespoň jedním odpovídajícím prostředkem pro nouzové zastavení	Provedena vizuální inspekce a test funkčnosti; Stroj je vybaven požadovaným pohotovostním prostředkem
28	Bezpečnostní prvky kontrolního systému (SRP/CS)	Strojní zařízení by mělo splňovat uvedené požadavky a – d	Provedena kontrola dokumentace; Stroj vyhovuje uvedeným požadavkům bez výhrad
29	Monitorování frekvence otáčení	Strojní zařízení by mělo splňovat uvedené požadavky a – c	Provedena kontrola dokumentace; Stroj vyhovuje uvedeným požadavkům bez výhrad
30	Požadavky na elektromagnetickou kompatibilitu elektrického zařízení	Strojní zařízení by mělo splňovat uvedené požadavky a, b	Provedena kontrola dokumentace; Stroj vyhovuje uvedeným požadavkům bez výhrad
31	Specifické požadavky vyplývající z poruchy napájení	Strojní zařízení by mělo splňovat uvedené požadavky a – g	Proveden test funkčnosti; Stroj vyhovuje uvedeným požadavkům bez výhrad
32	Uvolnění zachycených a/nebo sevřených osob	Strojní zařízení by mělo disponovat prostředky pro odtlakování a odpojení příslušných pohonů, aby byla zachycená osoba uvolněna	Provedena vizuální inspekce; Zachycení nebo sevření osoby je u tohoto strojního zařízení vysoce nepravděpodobné, lze ale řešit pomocí nouzového zastavení

Číslo položky	Název položky	Požadavek	Komentář
33	Specifické požadavky z nebezpečí chybné montáže	Každá odmontovatelná část by měla být vybavena prostředky eliminující nesprávnou zpětnou montáž	Provedena vizuální inspekce; Stroj vyhovuje uvedeným požadavkům bez výhrad
Specifické požadavky vyplývající z nebezpečí vystříknutých kapalin nebo vymrštěných předmětů			
34	Obecné požadavky	Strojní zařízení by mělo splňovat uvedené požadavky	Provedena vizuální inspekce; Stroj vyhovuje uvedeným požadavkům bez výhrad
35	Vymrštění částí – Pevnost ochranného krytu	Ochranné kryty by měly splňovat uvedené požadavky a projít zkouškou nárazem	Nelze experimentálně ověřit (hrozí poškození stroje a jeho znehodnocení)
36	Specifické požadavky vyplývající z nebezpečí ze ztráty stability	Strojní zařízení by mělo splňovat uvedené požadavky	Provedena vizuální inspekce; Stroj vyhovuje uvedeným požadavkům bez výhrad
37	Požadavky vyplývající z nebezpečí uklouznutí, zakopnutí a pádu osob	Pracovní místo by mělo být navrženo s ohledem na bezpečnost; Pracovní zóna musí zabránit úniku chladicí kapaliny	Provedena vizuální inspekce; Pracovní místo i pracovní zóna vyhovují požadavkům bez výhrad
Informace pro použití			
38	Obecné	Uveden odkaz na ISO 12100:2010, 6.4	Provedena kontrola dokumentace; bez výhrad

Číslo položky	Název položky	Požadavek	Komentář
39	Značení	Značení by mělo splňovat uvedené požadavky a – c	Provedena vizuální inspekce; Chybí značka hlavního vypínače, chybí údaj o max. povolených otáčkách vřetene
Návod k použití			
40	Obecné požadavky	Instrukce k použití by měly splňovat uvedené požadavky a – v	Provedena kontrola dokumentace; bez výhrad
41	Nástroje	Instrukce k použití by měly splňovat uvedené požadavky a – e	Provedena kontrola dokumentace, bez výhrad
42	Upínání obrobku	Instrukce k použití by měly splňovat uvedené požadavky a – e	Provedena kontrola dokumentace; zjištěno nedostatečné bezpečnostní upozornění pro operátora
43	Funkce stroje přístupné z NC panelu	Instrukce k použití by měly popisovat správné použití funkcí stroje	Provedena kontrola dokumentace, bez výhrad
44	Opětovné spuštění	Instrukce by měly být poskytovány při provedení restartu	Provedena kontrola dokumentace, bez výhrad
45	Hluk	Instrukce by měly poskytovat informace o dosahovaném hluku	Provedena kontrola dokumentace, bez výhrad

Číslo položky	Název položky	Požadavek	Komentář
46	Zbytková rizika, která jsou adresována uživateli strojního zařízení	Instrukce by měly poskytovat informace o možném zbytkovém riziku vůči obsluze strojního zařízení	Provedena kontrola dokumentace, zjištěno nedostatečné bezpečnostní upozornění pro operátora
47	Pokyny k instalaci strojů	Instrukce by měly poskytovat informace o instalaci stroje	Provedena kontrola dokumentace, bez výhrad
48	Pokyny pro čištění stroje	Instrukce by měly poskytovat informace potřebné na čištění stroje	Provedena kontrola dokumentace, bez výhrad

7.5 Zjištěná rizika a návrh opatření

Při identifikaci rizik bylo zjištěno několik nálezů, které nevyhovují požadavkům.

Položka č. 2: Polykarbonátové sklo

Polykarbonátové sklo, jenž tvoří výplň uzavíratelných dvířek, nenese známky viditelného poškození. Norma výslovně neudává limit, který by udával maximální hranici životnosti. Nicméně v dokumentaci stroje je uveden požadavek na výměně skla po 5 letech. Sklo bylo dodáno spolu se strojem, tj. v roce 2012. [49]

U polykarbonátového skla může dojít k rychlé degeneraci mechanických a optických vlastností. Při zasažení uvolněnou částí existuje zvýšené riziko pro operátora stroje.

Návrh: Výměna polykarbonátového skla za nové.

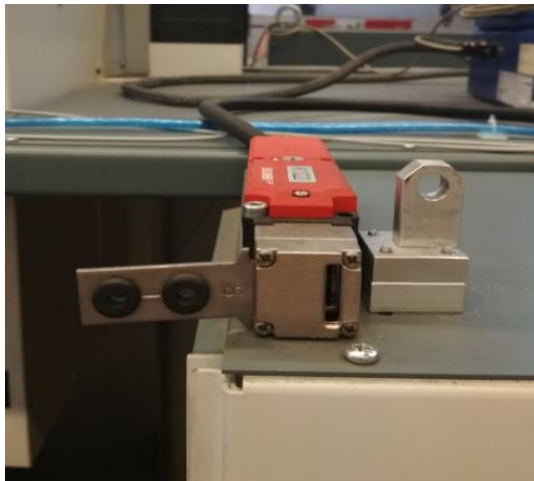


Obr. 12) Výplň dvířek polykarbonátovým sklem

Položka č. 9: Elektromagnetické zámky

Zámky by měly být zajištěny proti snadné demontáži. Jejich odmontování musí být odůvodněné a proveditelné s pomocí speciálního nářadí. Zde se jedná o elektromagnetické zámky, které zajišťují přední dvířka stroje. Lze je velmi snadno odmontovat.

Návrh: Výměna stávajících zámků za vyhovující.



Obr. 13) Elektromagnetické zámky použité na stroji

Položka č. 22: Rezervoár

Norma udává požadavek plynoucí z usnadnění čištění sedimentovaných částí v rezervoáru. Mělo by být usnadněno jeho čištění, např. zaoblením jeho rohů, což rezervoár stroje nemá. Nevyhovující položka se nedá považovat za zásadní riziko, navíc se jedná o konstrukční vadu, která nejde na vrub uživatele.

Návrh: Upozornit výrobce stroje.

Položka č. 23: Osvětlení

Norma udává požadavek na úroveň svítivosti v pracovním prostředí stroje, která by měla činit alespoň 500 luxů. Měření přístrojem Testo 480 prokázalo úroveň svítivosti 163 luxů. Snížení svítivosti stávajícího světla je s největší pravděpodobností způsobeno jeho degradací.

Návrh: Zvýšit intenzitu osvětlení pomocí nového zdroje světelného záření.



Obr. 14) Stávající světlo

Položka č. 39: Značení

Z pohledu normy chybí značka hlavního vypínače. Stejně tak chybí viditelná informace o maximálních povolených otáčkách vřetene.

Návrh: Umístit značky na vhodná místa.

Položka č. 42: Bezpečnostní upozornění pro upínání obrobku

V této části normy jsou vzneseny požadavky na instrukce pro použití stroje. Je v něm shledán rozpor v nedostatečném bezpečnostním upozornění pro operátora stroje. Ten není varován o skutečnosti, že obrobek může být po obráběcím procesu horký.

Návrh: Připsat varování do instrukcí k použití.

Položka č. 46 – Bezpečnostní upozornění o zbytkovém riziku

V instrukcích pro použití stroje chybí požadovaná informace o zbytkovém riziku, která by o této skutečnosti upozorňovala obsluhu.

Návrh: Připsat varování do instrukcí k použití.

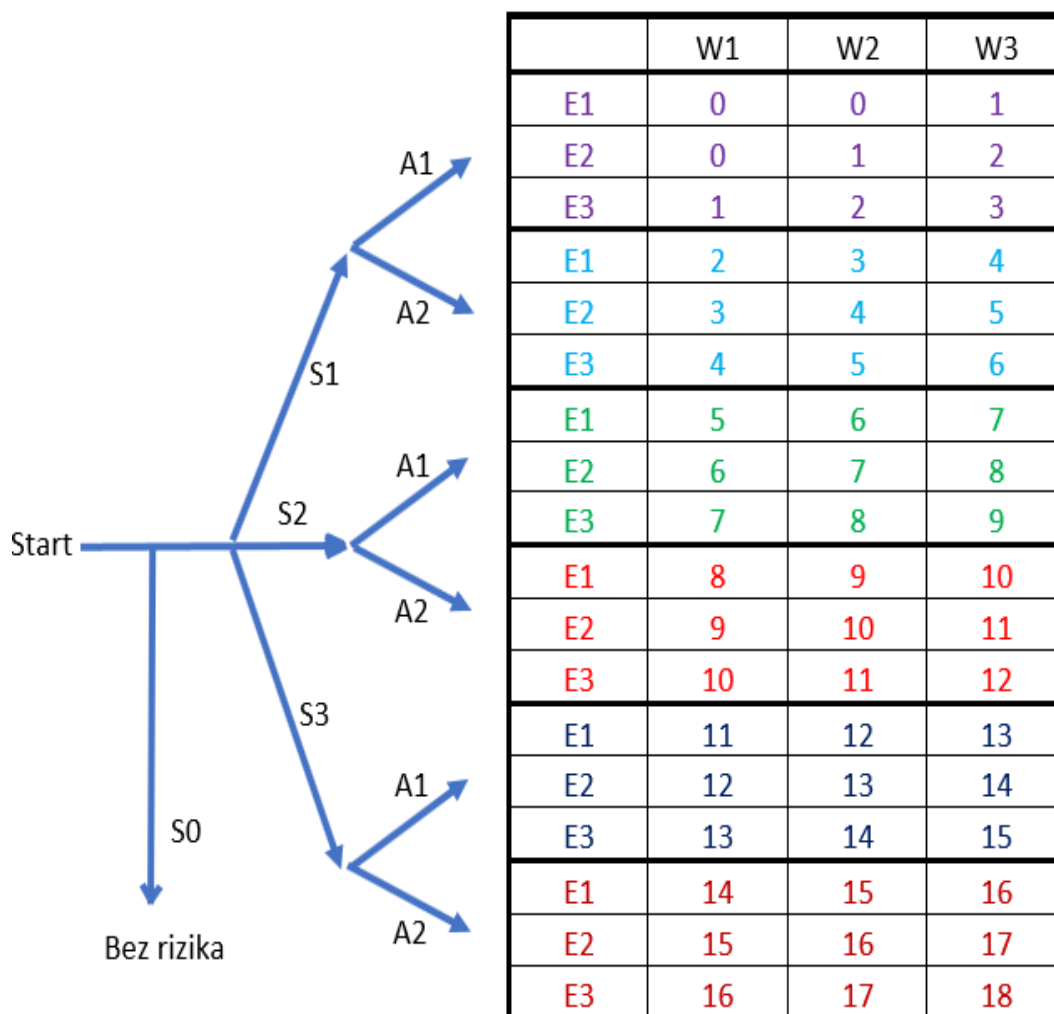
7.6 Formulář pro odhad rizika

Formulář pro odhad rizika vychází z ČSN EN ISO 12100:2011.

Vysvětlení vybraných buněk:

- Závažnost možné škody na zdraví;
 - S0 = žádné zranění;
 - S1 = lehké poškození (přechodné následky);
 - S2 = těžké zranění (trvalé následky);
 - S3 = smrt.
- Četnost a doba trvání ohrožení;
 - A1 = zřídka až častěji;
 - A2 = často až trvale.
- Možnost rozpoznání a vyvarování se nebezpečí;
 - E1 = možné;
 - E2 = možné za určitých okolností;
 - E3 = sotva možné.
- Pravděpodobnost vzniku nebezpečné události;
 - W1 = malá;
 - W2 = střední;
 - W3 = velká.

Velikost rizika je určována z obrázku 14), který je uveden na druhé straně.



Obr. 15) Graf pro odhad velikosti rizika [4]

Hodnocení přijatelnosti rizik:

- 0 – 4: Přijatelné riziko;
- 5 – 6: Riziko přijatelné po prověření;
- 5 – 18 Nepřijatelné riziko.

Přijatelné riziko je považováno za riziko, které je spojeno s lehkým poškozením, riziko přijatelné po prověření je spojeno s občasným výskytem těžkého zranění (s trvalými následky), popř. s vyšší pravděpodobností vzniku lehkého poškození. Nepřijatelné riziko je spojeno se smrtelným zraněním, s vyšší pravděpodobností výskytu nebo nemožností odvrácení těžkého zranění [4, 26].

Pro odhad rizika byly vybrány pouze položky č. 2 a 9, neboť představují závažné bezpečnostní riziko.

Tab 8) Formulář pro odhad rizika – Polykarbonátové sklo

VUT v Brně, FSI, ÚVSSR	Formulář pro odhad rizika	Stroj: MCV 754 QUICK	
	Zpracoval: Roman Pařkovič	Datum: 8. 5. 2019	
Číslo položky: 2	Název položky: Polykarbonátové sklo		
Životní etapa stroje: Provoz	Ohrožená osoba: Obsluha stroje	Nebezpečný prostor: Okolí stroje	
Popis nebezpečné situace: Při vymrštění uvolněné části hrozí proniknutí uvolněné části polykarbonátovým sklem, které je mimo stanovenou životnost, a zasažení obsluhy stroje			
Počáteční riziko	Závažnost možné škody na zdraví:	S2 těžké zranění	Velikost rizika 11
	Četnost a doba trvání ohrožení:	A2 často až trvale	
	Možnost vyvarování se nebezpečí:	E3 sotva možné	
	Ppst. výskytu nebezpečné události:	W2 střední	
Opatření: Výměna starého polykarbonátového skla za nové			
Zbytkové riziko	Závažnost možné škody na zdraví:	S1 lehké zranění	Velikost rizika 4
	Četnost a doba trvání ohrožení:	A2 často až trvale	
	Možnost vyvarování se nebezpečí:	E3 sotva možné	
	Ppst. výskytu nebezpečné události:	W1 malá	
Validace: Opatření jsou dostatečná			

Tab 9) Formulář pro odhad rizika - Elektromagnetický zámek

VUT v Brně, FSI, ÚVSSR	Formulář pro odhad rizika	Stroj: MCV 754 QUICK	
	Zpracoval: Roman Pařkovič	Datum: 8. 5. 2019	
Číslo položky: 9	Název položky: Elektromagnetický zámek		
Životní etapa stroje: Provoz	Ohrožená osoba: Obsluha stroje	Nebezpečný prostor: Okolí stroje	
Popis nebezpečné situace: Při neodborné zpětné montáži zámku může dojít k narušení jeho funkce, při provozu stroje pak může dojít k otevření dvířek a hrozí poranění obsluhy			
Počáteční riziko	Závažnost možné škody na zdraví:	S2 těžké zranění	Velikost rizika 6
	Četnost a doba trvání ohrožení:	A1 zřídka až častěji	
	Možnost vyvarování se nebezpečí:	E1 možné	
	Ppst. výskytu nebezpečné události:	W2 střední	
Opatření: Výměna starého polykarbonátového skla za nové			
Zbytkové riziko	Závažnost možné škody na zdraví:	S1 lehké zranění	Velikost rizika 0
	Četnost a doba trvání ohrožení:	A1 zřídka až častěji	
	Možnost vyvarování se nebezpečí:	E1 možné	
	Ppst. výskytu nebezpečné události:	W1 malá	
Validace: Opatření jsou dostatečná			

7.7 Ekonomická rozvaha pro navrhovaná řešení

Navrhované řešení je potřeba ekonomicky zhodnotit. Položky budou rozděleny podle ekonomického dopadu do dvou skupin.

Skupina č.1 obsahuje tyto položky:

- Položka č. 22 – Rezervoár;
- Položka č. 39 – Značení;
- Položka č. 42 – Bezpečnostní upozornění pro upínání obrobku;
- Položka č. 46 – Bezpečnostní upozornění o zbytkovém riziku.

Navrhovaná řešení všech položek skupiny č. 1 mají společnou jednu věc, a to je jejich minimální ekonomický dopad. Jinými slovy, zhotovení značení a jeho umístění, připsání upozornění do instrukcí k použití je záležitost zanedbatelné částky, v porovnání s druhou skupinou. Proto nebudou položky první skupiny dále řešeny.

Skupina č.2 obsahuje tyto položky:

- Položka č. 2 – Polykarbonátové sklo;
- Položka č. 9 – Elektromagnetické zámky;
- Položka č. 23 – Osvětlení.

7.7.1 Položka č. 4 – Polykarbonátové sklo

Pro výměnu polykarbonátového skla je vybíráno ze dvou produktů:

- Dutinková polykarbonátová deska Lexan™ [51]:
 - díky vzduchovým dutinkám poskytuje tepelnou izolaci;
 - vysoká nárazová odolnost v podobě odpružení;
 - tepelná stálost od -40 °C do +135 °C;
 - paprsky se lámou rovnoměrně;
 - zalisovaný UV filtr zajišťuje dlouhou životnost materiálu.

Z nabídky prodejce bylo vybrána deska těchto parametrů:

Tab 10) Vybrané parametry Dutinkové polykarbonátové desky Lexan™ [51]

Tloušťka	10 mm
Hmotnost	12 kg/m ²
Barva	Čirá
Cena (vč. DPH)	2529 Kč

Pozn.: Výsledná cena byla přepočtena pro vyměřený obsah plochy skla činící 0,68m².

- Polykarbonátové sklo Lexan™ Margard™ [52]:
 - vysoká propustnost světla;
 - teplotní stálost od -40 °C do +120 °C;
 - otěru odolný povrch;
 - odolnost vůči chemikáliím.

Z nabídky prodejce byla vybrána deska těchto parametrů:

Tab 11) Vybrané parametry Polykarbonátového skla Lexan™ Margard™ [52, 53]

Tloušťka	5 mm
Šířka	500 mm
Délka	2 000 mm
Hmotnost	14,4 kg/m ²
Barva	Čirá
Cena (vč. DPH)	3553 Kč

Závěr:

Bylo rozhodnuto zvolit produkt Polykarbonátové sklo Lexan™ Margard™. Pro tuto volbu hovoří znalost jeho vlastností a splnění požadavků norem, je již používáno u strojních zařízení firmy KOVOSVIT MAS. Zároveň je na místě uvést, že výrobce Dutinkové polykarbonátové desky Lexan™ si není jist, zda lze tento výrobek použít pro stanovený účel ochrany CNC obráběcího centra [54]. Není proto výhodné kupovat sklo, aniž by bylo jisté, že splňuje požadavky norem. Lexan™ Margard™ je naopak plně odzkoušené polykarbonátové sklo. Již se používá jako kryt strojů a ochrana pracovišť, při používání na analyzovaném stroji nevykazovalo známky nekvality. Pro tyto důvody je rozhodnuto o navržení koupi tohoto polykarbonátového skla.

Tab 12) Výpočet celkové ceny výměny polykarbonátového skla

Cena skla (vč. DPH)	3553 Kč
Průměrný plat technického pracovníka	31268 Kč
Hodinová mzda technického pracovníka	195 Kč
Odhadovaná celková doba výměny skla	7 h
Celková cena výměny	4918 Kč

7.7.2 Položka č. 9 – Elektromagnetické zámky

Pro nahrazení nevyhovujících zámků bylo rozhodnuto navrhnout zámek MKey8M. Zámek splňuje požadavky normy a současně je vhodný pro použití na analyzovaném stroji, což bylo potvrzeno expertem na tuto problematiku.

Tab 13) Vybrané technické parametry zámku Mkey8M [55]

Síla přidržení	2000 N
Spotřeba	12 W
Napájecí napětí	24 VDC/230 VAC
Použitelnost v intervalu teplot	-25 °C až +40 °C
Rozměry	177 x 48 x 40 mm



Obr. 16) MKey8M

Tab 14) Výpočet celkové ceny výměny zámku [56]

Cena zámku (vč. DPH)	14323 Kč
Průměrný plat technického pracovníka	31268 Kč
Hodinová mzda technického pracovníka	195 Kč
Odhadovaná celková doba výměny zámku	0,5 h
Celková cena výměny	14421 Kč

7.7.3 Položka č. 23 – Specifické požadavky plynoucí ze zanedbání ergonomických nebezpečí

Jak již bylo uvedeno, světlo v pracovním prostoru nedosahuje požadované úrovně svítivosti. Bylo uvažováno pouze o výměně světelného zdroje, tj. žárovky, nicméně po konzultaci s přítomným technikem bylo shledáno, že žárovku nelze vymontovat.

Je tedy vhodné navrhnout světlo, které splňuje technické a bezpečnostní požadavky a které je v praxi používáno. Z těchto důvodů je zvoleno světlo MHWK 60, které oba požadavky splňuje.

Tab 15) Vybrané technické parametry světla MHWK 60 [57]

Světelný zdroj	1x halogenová lampa QT12 60W
Barva vyzařovaného světla	Teplá bílá
Spotřeba	60 W
Napájecí napětí	24 V; AC/DC
Třída ochrany	III
Váha	1,4 kg
Průměrné osvětlení	3341 lx



Obr. 17) Světlo MHWK 60 [58]

Tab 16) Výpočet celkové ceny výměny světla [57]

Cena světla (aktuální kurz 1€ = 25,728 Kč)	5646 Kč
Průměrný plat technického pracovníka	31268 Kč
Hodinová mzda technického pracovníka	195 Kč
Odhadovaná celková doba výměny skla	1 h
Celková cena výměny	5841 Kč

8 ZÁVĚR

V první kapitole byla představena CNC obráběcí centra. Celé téma se dá různě členit a blíže popisovat, nicméně z hlediska cílů práce není potřeba tuto problematiku podrobně rozebírat. Analyzované strojní zařízení je navíc popsáno v samostatné kapitole.

Poté byly zpracovány legislativní požadavky Evropské unie. Pro lepší představu a poskytnutí nadhledu do celé problematiky poskytuje práce čtenáři základní informace o důvodech regulací a jejich historické pozadí. Následuje zpracování směrnic. V rámci vypracování legislativních požadavků České republiky bylo důležité zejména uvedení Zákona č. 262/2006 Sb. a Nařízení vlády 378/2001 Sb. Systémový rozbor problematiky byl vypracován pro konkrétní náhled do problematiky. V návaznosti na něj bylo představeno devět používaných metod.

V praktické části práce proběhlo zpracování analýzy rizik pro strojní zařízení MCV 754 QUICK. V době svého uvedení na trh v roce 2012 stroj plně odpovídal požadavkům norem, především pak ČSN EN 12417+A2:2009. Situace se však změnila zavedením ČSN EN ISO 16090-1:2019, normy typu C. V návaznosti na její obsah proběhla identifikace požadavků, které nejsou při používání stroje splněny. Pro zpracování byla použita metoda Checklist Analysis z důvodu své vhodnosti pro řešení této analýzy. Kvůli snaze o co největší předání informací o konkrétních požadavcích normy, byly na místech, u kterých to bylo možné, tyto požadavky alespoň nastíněny. Vzhledem k rozsáhlosti celé normy (232 stran) a zachování přehlednosti bylo často pouze odkazováno na jednotlivé body normy. Při vypracování však bylo pracováno s plným zněním.

Bylo zjištěno 7 rozporů s požadavky normy, které byly podle své závažnosti rozděleny na 2 skupiny.

Skupina č.1 (pouze minimálně bezpečnostně nebo ekonomicky závažná) obsahuje tyto položky:

- Položka č. 22 – Rezervoár;
- Položka č. 39 – Značení;
- Položka č. 42 – Bezpečnostní upozornění pro upínání obrobku;
- Položka č. 46 – Bezpečnostní upozornění o zbytkovém riziku.

Skupina č.2 (více závažná) obsahuje tyto položky:

- Položka č. 2 – Polykarbonátové sklo;
- Položka č. 9 – Elektromagnetické zámky;
- Položka č. 23 – Osvětlení.

Položkám 2. skupiny byly navrženy opatření, jejichž případné přijetí bylo ekonomicky zhodnoceno. Výměna polykarbonátového skla by stála 4 918 Kč, zakoupení nového zámku 14 421 Kč, pořízení silnějšího světla 5 841 Kč. Pro položky č. 2 a 9 byl vypracován formulář odhadu rizika, který hodnotil míru rizika před a po zavedení opatření.

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Historie CNC strojů. In: *Střední škola – Centrum odborné přípravy technické Kroměříž* [online]. Kroměříž: SŠ-Copt [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://coptkm.cz/portal/reposit.php?action=0&id=22926&revision=-1&instance=2>
- [2] MAREK, Jiří, et. al. *Konstrukce CNC obráběcích strojů III*. Praha: MM publishing, 2014. MM speciál. ISBN 978-80-260-6780-1.
- [3] Historie Evropské unie. *Evropská unie* [online]. Evropská komise, 2019 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: https://europa.eu/european-union/about-eu/history_cs#1945–1959
- [4] BLECHA, Petr. *Management technických rizik u výrobních strojů*. Brno, 2010. Habilitační práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky.
- [5] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/104/ES. *Úřední věstník Evropské unie* [online]. Štrasburk: Evropský parlament a Rada evropské unie, 2009 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/cs/TXT/?uri=CELEX:32009L0104>
- [6] Směrnice Rady 89/391/EHS. *Sbírka zákonů a dalších právních předpisů Zákony on-line - Vyhlášky - ISO klasifikace* [online]. 2019 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=31989L0391>
- [7] Bezpečnost a ochrana zdraví při práci – obecná pravidla: Přehled dokumentu: Směrnice Rady 89/391/EHS – opatření pro zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců při práci. *EUR-Lex* [online]. Evropská unie, 2015 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=LEGISSUM%3Ac11113>
- [8] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/42/ES. *EUR-Lex* [online]. Evropská unie, 2006 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32006L0042>
- [9] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/35/EU. *EUR-Lex* [online]. Evropská unie, 2014 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex%3A32014L0035>
- [10] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/30/EU. *Sbírka zákonů a dalších právních předpisů Zákony on-line - Vyhlášky - ISO klasifikace* [online]. 2014 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=32014L0030>
- [11] ESbírka a eLegislative. *Ministerstvo vnitra České republiky* [online]. c2019 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://www.mvcr.cz/clanek/esbirka-a-elegislative.aspx>
- [12] BLECHA, Petr. Bezpečnost provozovaných strojních zařízení. *BOZPinfo.cz: Oborový portál pro BOZP* [online]. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2009 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/bezpecnost-provozovanych-strojnich-zarizeni>
- [13] Zákon č. 262/2006 Sb. *Zákony pro lidi* [online]. c2010-2019 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-262>
- [14] Zákon č. 309/2006 Sb. *Zákony pro lidi* [online]. c2010-2019 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-309>
- [15] Zákon č. 22/1997 Sb. *Zákony pro lidi* [online]. c2010-2019 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-22>

- [16] Nařízení vlády č. 378/2001 Sb. *Zákony pro lidi* [online]. c2010-2019 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-378>
- [17] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. *Zákony pro lidi* [online]. c2010-2019 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361>
- [18] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. *Zákony pro lidi* [online]. c2010-2019 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361>
- [19] Nařízení vlády č. 176/2008 Sb. *Zákony pro lidi* [online]. c2010-2019 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-176>
- [20] Označení shody CE. In: *Úřad pro publikace Evropské unie* [online]. 2009 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: http://publications.europa.eu/resource/celex/02000L0014-20090420.CES.xhtml.L_2000162CS.01006902.tif.jpg
- [21] Nařízení vlády č. 117/2016 Sb. *Zákony pro lidi* [online]. c2010-2019 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://zakonyprolidi.cz/cs/2016-117>
- [22] Nařízení vlády č. 118/2016 Sb. *Zákony pro lidi* [online]. c2010-2019 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-118>
- [23] POLANSKÝ, Michal. *Analýza rizika strojů a zařízení*. Zlín, 2016. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
- [24] SMEJKAL, Vladimír a Karel RAIS. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2013. Expert (Grada). ISBN 978-80247-4644-9.
- [25] ŠTEFÁNEK, Radoslav a Kateřina HRAZDILOVÁ BOČKOVÁ. Jak se řídí rizika v projektech českého a slovenského strojírenského průmyslu. *E+M Ekonomie a Management* [online]. 2011, vol. 14, iss. 4, s. 67-77. [cit. 2019-05-15]. ISSN 1212-3609. Dostupné z: <http://www.ekonomie-management.cz/archiv/vyhledavani/detail/802-how-to-manage-risks-in-czech-and-slovak-engineering-projects/>.
- [26] ČSN EN ISO 12100: *Bezpečnost strojních zařízení - Všeobecné zásady pro konstrukci - Posouzení rizika a snižování rizika*. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce Praha, 2011.
- [27] Co je analýza rizik?. *Conformity: Driving machine validation* [online]. 2011 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <http://www.conformity.cz/analyza-rizik.html>
- [28] ČSN EN ISO 14040: *Environmentální management - Posuzování životního cyklu - Zásady a osnova*. Evropský výbor pro normalizaci, 2006.
- [29] Životní cyklus produktu. *Testování softwaru* [online]. [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <http://testovanisoftwaru.cz/manualni-testovani/zivotni-cyklus-produktu/>
- [30] ČSN EN ISO 16090-1: *Bezpečnost obráběcích strojů - Obráběcí centra, frézky, postupové stroje - Část 1: Bezpečnostní požadavky*. Evropský výbor pro normalizaci, 2019.
- [31] Jak volit nástroje pro snižování rizika. *BusinessInfo.cz* [online]. 2014 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://www.businessinfo.cz/cs/clanky/metody-snizovani-rizika-52919.html>
- [32] Co - když analýza (What-if Analysis). *Management mania* [online]. 2015 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/co-kdyz-analyza-what-if-analysis>
- [33] PROCHÁZKOVÁ, Dana. Metodiky hodnocení rizik. *Bozpinfo: Oborový portál pro BOZP* [online]. 2004 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/metodiky-hodnoceni-rizik>

- [34] Analýza pomocí kontrolního seznamu - CLA (Checklist analysis). *Management mania* [online]. 2017 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/analyza-kontrolni-seznam-cla-checklist-analysis>
- [35] BÁRTLOVÁ, Ivana a Daniel ŠEREK. Využití kontrolních seznamů k interním kontrolám v organizacích. *Bozpinfo* [online]. 2008 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/vyuziti-kontrolnich-seznamu-k-internim-kontrolam-v-organizacich>
- [36] PALEČEK, Miloš, et. al. Postupy a metodiky analýz a hodnocení rizik pro účely zákona o prevenci závažných havárií. *Výzkumný ústav bezpečnosti práce* [online]. Praha, 2000 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://mapis.vubp.cz/OPPZH/ZS/ShowDokument.aspx?guid=a7ea3f08-aed2-470f-81b9-ffe4b9204bf9>
- [37] ČSN EN 61025: *Analýza stromu poruchových stavů (FTA)*. Český normalizační institut, 2007.
- [38] HOLUB, Rudolf a Zdeněk VINTR. *Spolehlivost letadlové techniky* [online]. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2001 [cit. 2019-05-15].
- [39] JANÁČ, František a Lukáš KOPAL. *HAZOP v plynárenském průmyslu jako nástroj minimalizace rizik* [online]. , 1-8 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/59038/Janac%20Kopal.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [40] 60. seminář odborné skupiny pro spolehlivost pořádaný výborem odborné skupiny pro spolehlivost k problematice Management spolehlivosti v průmyslových aplikacích: Materiály z 55. semináře odborné skupiny pro spolehlivost : Brno, červen 2015. Brno: Univerzita obrany, 2015. ISBN 978-80-7231-965-7.
- [41] O SPOLEČNOSTI. *KOVOSVIT MAS* [online]. Sezimovo Ústí, c2016 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://www.kovosvit.cz/o-spolecnosti.html>
- [42] Frézovací stroje. *KOVOSVIT MAS* [online]. Sezimovo Ústí, c2016 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://www.kovosvit.cz/obrabeci-stroje/frezovaci-stroje.html>
- [43] MCV 754 Quick. In: *KOVOSVIT MAS* [online]. Sezimovo Ústí, c2016 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: https://www.kovosvit.cz/ext_apps/tiny_mce/phpThumb/phpThumb.php?f=jpeg&q=95&zc=1&src=https://www.kovosvit.cz/galerie/lightproducts_produkty_cs/1540313630_cs_1_7_mcv-754-quick0.jpg&bg=ffffff&zc=0
- [44] MCV 754 QUICK. *Strojimport: Toshulin group* [online]. Strojimport, c2017 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <http://www.strojimport.cz/maschinen/mcv-754/>
- [45] MCV 754 QUICK. *KOVOSVIT MAS* [online]. Sezimovo Ústí: KOVOSVIT MAS, c2016 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://www.kovosvit.cz/mcv-754-quick-p3.html#main>
- [46] Zákon č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů. *Tzb-info* [online]. tzb-info, c2001-2019 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/zakon-c-22-1997-sb-o-technickych-pozadavcich-na-vyrobky#p4>
- [47] Závaznost technických norem ČSN. *TECHNOR* [online]. TECHNOR, c2005-2017 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <http://www.technicke-normy-csn.cz/normy-csn-zavaznost-norem.htm>

- [48] Technické normy. *Tzb-info* [online]. tzb-info, c2001-2019 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/normy>
- [49] *Návod k používání vertikálního obráběcího centra MCV 754 QUICK*. 4.01. Sezimovo Ústí, [2012].
- [50] ČSN EN 12417+A2: *Bezpečnost obráběcích a tvářecích strojů - Obráběcí centra*. Evropský výbor pro normalizaci, 2009.
- [51] Lexan™ Thermoclear™. *České skleníky Hladík* [online]. České skleníky Hladík, 2019 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: https://www.ceskeskleniky.cz/lexan_thermoclear_akyver
- [52] LEXAN MARGARD - PLNÁ DESKA. *Tercoplast* [online]. Hrobice: Tercoplast [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://www.tercoplast.cz/lexan-margard>
- [53] PAFKOVIČ, Roman. *Citace dopisu* [elektronická pošta]. Přijato od: obchod1@tercoz.cz 2. května 2019 12:19 [cit. 2019-05-15]. Osobní komunikace
- [54] PAFKOVIČ, Roman. *Citace dopisu* [elektronická pošta]. Přijato od: info@ceskeskleniky.cz 24. dubna 2019 10:03 [cit. 2019-05-15]. Osobní komunikace
- [55] MKey8-series. *ABB* [online]. ABB, 2013 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=2TLC172245M0201&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>
- [56] Waldmann Maschinen-Halogenleuchte MHWK 60, 60 W, 24 V AC/DC. *Pkelektronik* [online]. pkelektronik, c2016 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://www.pkelektronik.com/waldmann-maschinen-halogenleuchte-mhwwk-60-60-w-24-v-ac-dc.html>
- [57] Waldmann Maschinen-Halogenleuchte MHWK 60, 60 W, 24 V AC/DC. In: *Pkelektronik* [online]. pkelektronik, c2016 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://www.pkelektronik.com/media/catalog/product/cache/1/image/350x350/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/w/a/waldmann-maschinen-halogenleuchte-mhwwk-60.jpg>

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN

Zkratka	Význam
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
CE	Conformité européenne
CEN	Comité Européen de Normalisation
CNC	Computer Numerical Control
ČSN	Česká soustava norem
d	Délka
DPH	Daň z přidané hodnoty
EHS	Evropské hospodářské společenství
EN	European Norme
ES	Evropské společenství
EU	Evropská unie
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
FMECA	Failure Mode, Effects and Criticality Analysis
FTA	Fault Tree Analysis
HAZOP	Hazard and Operability Analysis
IEC	International Electrotechnical Commission
ISO	International Organization for Standardization
Kč	Korun českých
MKR	Metoda kritických řezů
MSO	Mode of Safe Operation
NV	Nařízení vlády
Sb	Sbírka zákonů
š	Šířka
ÚVSSR	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
v	Výška
Symbol	Význam
§	Paragraf
%	Procento
°	Stupeň
Σ	Suma
Veličina	Význam
kg	Kilogram
kW	Kilowatt

Veličina	Význam
lx	Lux
m.min ⁻¹	Metr za minutu
m ²	Metr čtvereční
mm	Milimetr
mm.min ⁻¹	Milimetr za minutu
Nm	Newton metr
°C	Stupeň Celsia

11 SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1) Rozdělení soustružnických strojů a obráběcích center
- Obr. 2) Rozdělení CNC obráběcích center na nerotační součásti
- Obr. 4) Vzor označení shody CE
- Obr. 5) Životní cyklus výrobku
- Obr. 6) Management rizik
- Obr. 7) Značky používané při sestavení stromu poruch
- Obr. 8) Ukázka stromu poruchových stavů
- Obr. 9) Postup při použití metody HAZOP
- Obr. 10) Příklad rozhodovacího stromu metody ETA
- Obr. 11) Vertikální obráběcí centrum MCV 754 QUICK
- Obr. 12) Výplň dveří polykarbonátovým sklem
- Obr. 13) Elektromagnetické zámky použité na stroji
- Obr. 14) Stávající světlo
- Obr. 15) Graf pro odhad velikosti rizika
- Obr. 16) MKey8M
- Obr. 17) Světlo MHWK 60

12 SEZNAM TABULEK

- Tab 1) Příklad What-if analýzy
- Tab 2) Příklad pracovního výkazu obráběcího stroje
- Tab 3) Hlavní technické parametry zvoleného strojního zařízení
- Tab 4) Normy vztahující se na analyzované strojní zařízení
- Tab 5) Rozdělení strojů do skupin
- Tab 6) Seznam pozměněných významných nebezpečí a nebezpečných situací
- Tab 7) Checklist pro výrobní strojní zařízení MCV 754 QUICK
- Tab 8) Formulář pro odhad rizika – Polykarbonátové sklo
- Tab 9) Formulář pro odhad rizika - Elektromagnetický zámeček
- Tab 10) Vybrané parametry Dutinkové polykarbonátové desky Lexan TM
- Tab 11) Vybrané parametry Polykarbonátového skla LexanTM
- Tab 12) Výpočet celkové ceny výměny polykarbonátového skla
- Tab 13) Vybrané technické parametry zámku Mkey8M
- Tab 14) Výpočet celkové ceny výměny zámku
- Tab 15) Vybrané technické parametry světla MHWK 60
- Tab 16) Výpočet celkové ceny výměny světla